

EVERILTON JOSÉ CIT

**Influência da mistura de fibras de *Eucalyptus dunnii* M. e *Pinus taeda* L. de processo “Kraft” nas propriedades do papel**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Engenharia Florestal, área de concentração em Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais.

Orientador: Prof. Dr. Umberto Klock

Curitiba

2013

Ficha catalográfica elaborada pela  
Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR

Cit, Everilton José

Influência da mistura de fibras de *Eucalyptus dunnii* M. e *Pinus taeda* L. de processo "Kraft" nas propriedades do papel / Everilton José Cit. – Curitiba, 2013. 138 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Umberto Klock

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 04/02/2013.

Área de concentração: Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais.

1. Fibras de celulose - Análise. 2. Papel – Confecção. 3. Polpação alcalina por sulfato. 4. Teses. I. Klock, Umberto. II. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. III. Título.

CDD – 676  
CDU – 634.0.861



Universidade Federal do Paraná  
Setor de Ciências Agrárias - Centro de Ciências Florestais e da Madeira  
**Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal**

**PARECER**

Defesa nº. 951

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir o(a) doutorando(a) *Everilton José Cit* em relação ao seu trabalho de tese intitulado "**Influencia da mistura de fibras de *Eucalyptus dunnii* M. e *Pinus taeda* L. de processo "Kraft" nas propriedades do papel**", é de parecer favorável à APROVAÇÃO do(a) acadêmico(a), habilitando-o(a) ao título de *Doutor* em Engenharia Florestal, área de concentração em TECNOLOGIA E UTILIZAÇÃO DE PRODUTOS FLORESTAIS.



*Dr. Alfredo Iarozinski Neto*  
Pontifícia Universidade Católica do Paraná  
Primeiro examinador

*Dr. Regina Weinschutz*  
Universidade Federal do Paraná  
Segundo examinador

*Dr. Dimas Agostinho da Silva*  
Universidade Federal do Paraná  
Terceiro examinador

*Dr. Alan Sulato de Andrade*  
Universidade Federal do Paraná  
Quarto examinador

*Dr. Umberto Klock*  
Universidade Federal do Paraná  
Orientador e presidente da banca examinadora

Curitiba, 04 de fevereiro de 2013.

*Antonio Carlos Batista*  
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal  
*Carlos Roberto Sanquetta*  
Vice-coordenador do curso

**Para os meus pais,  
Ziberto e Everli**

## **AGRADECIMENTOS**

À todas as pessoas envolvidas com o programa de pós-graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, pelo trabalho sempre sério e competente.

Ao Johann Heinrich von Thünen-Institut e a Universidade de Hamburgo na Alemanha, em especial ao Dr. Othar Kordsachia e ao prof. Dr. Bodo Saake pelo apoio e atenção às atividades desenvolvidas naquele país.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná por incentivar meus estudos neste programa de pós-graduação.

À empresa Klabin S.A., em particular ao Eng. Romullo Luiz Simão, pelo espírito de colaboração com a pesquisa acadêmica.

À minha família e amigos pelo apoio e compreensão nos momentos difíceis.

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

Everilton José Cit é engenheiro Industrial Madeireiro pela Universidade Federal do Paraná e pós-graduado pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Professor no Departamento de Design da Universidade Tecnológica Federal do Paraná desde 1988.

## RESUMO

O trabalho identifica mecanismos de interação entre fibras celulósicas curtas e longas e suas influências nas propriedades do papel composto, demonstra qualidades da fibra curta de *Eucalyptus dunnii*, identifica características dos processos de produção e tratamento que afetam a interatividade das fibras, compara propriedades das folhas confeccionadas a partir do cozimento separado e unificado de cavacos de madeira de fibras longas e curtas, apresenta um quadro geral de propriedades para a variação de percentuais de composição das folhas. A polpa celulósica foi obtida a partir de cavacos selecionados de *Pinus taeda* e *Eucalyptus dunnii* em processo Sulfato (Kraft) com AA=16%, S=25%. Procedeu-se o cozimento conjunto da matéria prima com fator H=1100, separadamente com H=1100 para o *Pinus* e *Eucalyptus* e H=400 para o *Eucalyptus*. O material foi medido e analisado. Formaram-se folhas em uma gama de mistura de 0% a 30% de *Eucalyptus dunnii*, que posteriormente foram testadas em sua espessura, gramatura, alvura, opacidade, tração, rasgo, arrebetamento, permeância e permeabilidade. Observou-se o incremento da espessura, gramatura, alvura, opacidade, arrebetamento e rasgo, e decréscimo da permeância e da resistência à tração. As folhas também foram analisadas com teores de umidade 0%, 5%, 12% e 20% para a resistência ao rasgo, tração, alongamento e arrebetamento visando a confrontação com as microfotografias das fraturas que foram geradas para análise qualitativa. O estudo oferece parâmetros para tomada de decisão na produção de papel composto de *Pinus taeda* e *Eucalyptus dunnii* até 30% da mistura.

**Palavras-chave:** Propriedades do papel, polpa celulósica, celulose, *Eucalyptus dunnii*, *Pinus taeda*, mistura de fibras.

## ABSTRACT

The work identifies mechanisms of interaction between long and short cellulosic fibers and their influence on the properties of the composite paper, demonstrates qualities of hardwood *Eucalyptus dunnii*, identifies characteristics of production processes and management that affect the interactivity of the fibers, compares the properties of the sheets made unified and separate cooking of long and short fibers, presents an overview of properties to the variation of percentage composition of sheets. The pulp was obtained from Kraft process using selected chips of *Pinus taeda* and *Eucalyptus dunnii* in AA = 16%, S= 25%. Proceeded cooking together of raw material with factor H = 1100, H = 1100 separately for *Pinus* and *Eucalyptus* and H = 400 for Eucalyptus. The material was measured and analyzed. Formed sheets in a mixing range from 0% to 30% of Eucalyptus, which were later tested on their thickness, weight, brightness, opacity, tensile, tear, burst, permeance and permeability. There was an increase in the thickness, weight, brightness, opacity, burst and tear, and decrease the permeance and tensile. The sheets were also analyzed with moisture content 0%, 5%, 12% and 20% for tear resistance, tensile, elongation and burst targeting the confrontation with the photomicrographs of fractures produced for qualitative analysis. The study provides parameters for decision-making in the production of mixed paper of *Pinus taeda* and *Eucalyptus dunnii* up to 30% of the mixture.

**Keywords:** paper properties, cellulosic pulp, cellulose, *Eucalyptus dunnii*, *Pinus taeda*, mixed fibers.



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – ALTERAÇÃO DE PROPRIEDADES DO PAPEL EM FUNÇÃO DA VARIAÇÃO DA UMIDADE .....	21
FIGURA 2 – MAPA DA REGIÃO SUL DO BRASIL .....	22
FIGURA 3 – DESAGREGADOR DE FIBRAS PARA LABORATÓRIO DE POLPAÇÃO.....	25
FIGURA 4 – VARIAÇÃO DO COMPRIMENTO DAS FIBRAS NA COMPOSIÇÃO DE <i>P. taeda</i> (H=1100) E <i>E. dunnii</i> (H=1100 E H=400). SEM REFINO E A 25°SR .....	34
FIGURA 5 – VARIAÇÃO DA LARGURA DAS FIBRAS NA COMPOSIÇÃO DE <i>P. taeda</i> (H=1100) E <i>E. dunnii</i> (H=1100 E H=400). SEM REFINO E A 25°SR .....	35
FIGURA 6 – VARIAÇÃO DO GRAU SCHOPPER-RIEGLER PELO TEMPO NO MOINHO JOKRO PARA <i>Pinus taeda</i> H=1100, AA=16% E S=25% .....	36
FIGURA 7 – VARIAÇÃO DO GRAU SCHOPPER-RIEGLER PELO TEMPO NO MOINHO JOKRO PARA <i>Eucalyptus dunnii</i> , H=1100, H=600 E H=400. AA=16% E S=25% .....	37
FIGURA 8 - VARIAÇÃO DO TEMPO PARA OBTENÇÃO DO GRAU 25 SCHOPPER-RIEGLER PARA MISTURAS DE <i>Pinus taeda</i> e <i>Eucalyptus dunnii</i> . H=1100, AA=16% E S=25% .....	38
FIGURA 9 – ESPESSURA DAS FOLHAS .....	39
FIGURA 10 – VARIAÇÃO DA GRAMATURA .....	41
FIGURA 11 – VOLUME ESPECÍFICO .....	42

FIGURA 12 – ALVURA .....	43
FIGURA 13 – OPACIDADE .....	45
FIGURA 14 – ÍNDICE DE TRAÇÃO PARA FOLHAS COMPOSTAS DE <i>Pinus taeda</i> e <i>Eucalyptus dunnii</i> .....	47
FIGURA 15 – ÍNDICE DE RASGO PARA FOLHAS COMPOSTAS DE <i>Pinus taeda</i> e <i>Eucalyptus dunnii</i> .....	48
FIGURA 16 – ÍNDICE DE ARREBENTAMENTO PARA FOLHAS COMPOSTAS DE <i>Pinus taeda</i> e <i>Eucalyptus dunnii</i> .....	50
FIGURA 17 – PERMEÂNCIA AO AR .....	51
FIGURA 18 – PERMEABILIDADE .....	52
FIGURA 19 – FOLHA DE <i>Eucalyptus dunnii</i> COM UMIDADE DE 0% SUBMETIDA AO RASGO .....	56
FIGURA 20 – FOLHA DE <i>Eucalyptus dunnii</i> COM UMIDADE DE 5% SUBMETIDA AO RASGO .....	56
FIGURA 21 – FOLHA DE <i>Eucalyptus dunnii</i> COM UMIDADE DE 12% SUBMETIDA AO RASGO .....	57
FIGURA 22 – FOLHA DE <i>Eucalyptus dunnii</i> COM UMIDADE DE 20% SUBMETIDA AO RASGO .....	57
FIGURA 23 – FOLHA DE <i>Eucalyptus dunnii</i> COM UMIDADE DE 0% SUBMETIDA À TRAÇÃO .....	58
FIGURA 24 – FOLHA DE <i>Eucalyptus dunnii</i> COM UMIDADE DE 5% SUBMETIDA À TRAÇÃO .....	58
FIGURA 25 – FOLHA DE <i>Eucalyptus dunnii</i> COM UMIDADE DE 12% SUBMETIDA À TRAÇÃO .....	59

FIGURA 26 – FOLHA DE <i>Eucalyptus dunnii</i> COM UMIDADE DE 20% SUBMETIDA À TRAÇÃO .....	59
FIGURA 27 - FOLHA DE <i>Pinus taeda</i> COM UMIDADE DE 0% SUBMETIDA AO RASGO .....	60
FIGURA 28 - FOLHA DE <i>Pinus taeda</i> COM UMIDADE DE 5% SUBMETIDA AO RASGO .....	60
FIGURA 29 - FOLHA DE <i>Pinus taeda</i> COM UMIDADE DE 12% SUBMETIDA AO RASGO .....	61
FIGURA 30 - FOLHA DE <i>Pinus taeda</i> COM UMIDADE DE 20% SUBMETIDA AO RASGO .....	61
FIGURA 31 - FOLHA DE <i>Pinus taeda</i> COM UMIDADE DE 0% SUBMETIDA À TRAÇÃO .....	62
FIGURA 32 - FOLHA DE <i>Pinus taeda</i> COM UMIDADE DE 5% SUBMETIDA À TRAÇÃO .....	62
FIGURA 33 - FOLHA DE <i>Pinus taeda</i> COM UMIDADE DE 12% SUBMETIDA À TRAÇÃO .....	63
FIGURA 34 - FOLHA DE <i>Pinus taeda</i> COM UMIDADE DE 20% SUBMETIDA À TRAÇÃO .....	63
FIGURA 35 – CURVAS DA VARIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO COM A VARIAÇÃO DA UMIDADE DA FOLHA .....	64
FIGURA 36 - CURVAS DA VARIAÇÃO DO ALONGAMENTO NO ENSAIO DE TRAÇÃO COM A VARIAÇÃO DA UMIDADE DA FOLHA .....	65
FIGURA 37 - CURVAS DA VARIAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO RASGO COM A VARIAÇÃO DA UMIDADE DA FOLHA .....	66
FIGURA 38 - CURVAS DA VARIAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO ARREBENTAMENTO COM A VARIAÇÃO DA UMIDADE DA FOLHA .....	67

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	COMPOSIÇÃO MÉDIA DE MADEIRAS DE CONÍFERA E FOLHOSAS .....	9
TABELA 2 -	TEMPO DE COZIMENTO E FATOR H PARA AS DIVERSAS AMOSTRAS DE <i>Pinus</i> , <i>Eucalyptus</i> E MISTURAS. T=170°C, AA=16% e S=25% .....	24
TABELA 3 -	RELAÇÃO DAS NORMAS USADAS PARA ENSAIO DA FOLHA .....	27
TABELA 4 -	NÚMERO DE REPETIÇÕES SUGERIDO PARA TESTES NORMALIZADOS .....	28
TABELA 5 -	EXTRATIVOS, LIGNINA E CINZAS NAS AMOSTRAS DE <i>Pinus taeda</i> e <i>Eucalyptus dunnii</i> .....	29
TABELA 6 -	DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DE <i>Pinus</i> e <i>Eucalyptus</i> .....	29
TABELA 7 -	NÚMERO KAPPA E FATOR H PARA AS DIVERSAS AMOSTRAS DE <i>Pinus</i> , <i>Eucalyptus</i> E MISTURAS. T=170°C, AA=16% e S=25% .....	31
TABELA 8 -	VISCOSIDADE E FATOR H PARA AS DIVERSAS AMOSTRAS DE <i>Pinus</i> , <i>Eucalyptus</i> E MISTURAS. T=170°C, AA=16% e S=25% .....	32
TABELA 9 -	COMPRIMENTO DAS FIBRAS PARA <i>Pinus taeda</i> , <i>Eucalyptus dunnii</i> E COMPOSIÇÃO ENTRE ELES. SEM REFINO E A 25°SR .....	33
TABELA 10 -	LARGURA DAS FIBRAS PARA <i>Pinus taeda</i> , <i>Eucalyptus dunnii</i> E COMPOSIÇÃO ENTRE ELES. SEM REFINO E A 25°SR .....	34

TABELA 11 – VARIAÇÃO DO GRAU SCHOPPER-RIEGLER PELO TEMPO NO MOINHO JOKRO PARA <i>Pinus taeda</i> H=1100, AA=16% E S=25% .....	35
TABELA 12 – VARIAÇÃO DO GRAU SCHOPPER-RIEGLER PELO TEMPO NO MOINHO JOKRO PARA <i>Eucalyptus dunnii</i> H=1100, AA=16% E S=25% .....	36
TABELA 13 – TEMPO NO MOINHO JOKRO PARA OBTENÇÃO DO 25°SR MISTURA DE <i>Pinus taeda</i> H=1100 E <i>Eucalyptus dunnii</i> , H=1100 E H=400, AA=16% E S=25% .....	37
TABELA 14 – ESPESSURA DAS FOLHAS .....	39
TABELA 15 – VARIAÇÃO DA GRAMATURA .....	40
TABELA 16 – VOLUME ESPECÍFICO .....	42
TABELA 17 – ALVURA .....	43
TABELA 18 – OPACIDADE .....	44
TABELA 19 – ÍNDICE DE RESISTÊNCIA À TRAÇÃO PARA FOLHAS COMPOSTAS DE <i>Pinus taeda</i> e <i>Eucalyptus dunnii</i> .....	46
TABELA 20 – ÍNDICE DE RASGO PARA FOLHAS COMPOSTAS DE <i>Pinus taeda</i> E <i>Eucalyptus dunnii</i> .....	48
TABELA 21 – ÍNDICE DE ARREBENTAMENTO PARA FOLHAS COMPOSTAS DE <i>Pinus taeda</i> e <i>Eucalyptus dunnii</i> .....	49
TABELA 22 – PERMEÂNCIA AO AR .....	51
TABELA 23 – PERMEABILIDADE .....	52

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA – Álcali ativo.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

APPITA – Technical Association for the Pulp and Paper Industry of Australia and New Zeland

AS% - Percentual de material absolutamente seco.

BRACELPA - Associação Brasileira de Celulose e Papel

H – Fator que representa o produto do tempo pela temperatura de cozimento.

ISO – International Standards Organization

L/M – Relação entre a quantidade de licor pela quantidade de madeira

S – Sulfidez ou percentual de sulfato contido no álcali ativo.

SR – Schopper Riegler

SCAN – Scandinavian Pulp, Paper and Board Testing Committee

TAPPI – Technical Association of Pulp and Paper Industry

## SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	xiii
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>4</b>
2.1 EUCALIPTO E PINUS .....	4
2.2 MISTURA DE FIBRAS .....	7
2.3 QUALIDADE DA MADEIRA .....	8
2.4 POLPAÇÃO .....	14
2.5 PROPRIEDADES DO PAPEL .....	16
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>22</b>
3.1 MATERIAL .....	22
3.2 MÉTODOS .....	23
3.2.1 Qualidade da matéria-prima .....	23
3.2.2 Obtenção e caracterização da polpa celulósica .....	24
3.2.3 Preparação da composição e elaboração das folhas .....	26
3.2.4 Ensaio das folhas .....	27
3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	28
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>29</b>
4.1 CARACTERÍSTICAS DA MADEIRA .....	29
4.2 CARACTERÍSTICAS RESIDUAIS DO COZIMENTO .....	30
4.3 CARACTERÍSTICAS DA POLPA .....	31
4.3.1 Número kappa .....	31
4.3.2 Viscosidade .....	32
4.3.3 Medidas e distribuição das fibras .....	32
4.3.4 Curvas de refino .....	35
4.4 PROPRIEDADES FÍSICAS DAS FOLHAS .....	39
4.4.1 Espessura .....	39
4.4.2 Gramatura .....	40
4.4.3 Volume específico .....	41
4.4.4 Alvura .....	43
4.4.5 Opacidade .....	44

4.5	PROPRIEDADES MECÂNICAS DAS FOLHAS .....	46
4.5.1	Tração .....	46
4.5.2	Rasgo .....	47
4.5.3	Arrebentamento .....	49
4.5.4	Permeância ao ar .....	50
4.5.5	Permeabilidade.....	52
4.6	VARIAÇÃO DA UMIDADE NA FOLHA .....	54
4.6.1	Avaliação visual das folhas rompidas .....	54
4.6.2	Tração e Alongamento .....	64
4.6.3	Rasgo.....	65
4.6.4	Arrebentamento.....	67
5	CONCLUSÕES .....	69
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	71
	APÊNDICE 1 TEMPO DE REFINO X PROPRIEDADES.....	79
	APÊNDICE 2 ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA).....	88



## 1 INTRODUÇÃO

O Setor Florestal Brasileiro conta com, aproximadamente, 530 milhões de hectares de Florestas Nativas, 43,5 milhões de hectares em Unidades de Conservação Federal e 4,8 milhões de hectares de Florestas Plantadas com pinus, eucalipto e acácia-negra (BRACELPA, 2012).

As Florestas Plantadas estão distribuídas estrategicamente, em sua maioria, nos estados do Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo e visa a garantia do suprimento de matéria-prima para as indústrias de papel e celulose, siderurgia a carvão vegetal, lenha, serrados, compensados e lâminas e, painéis reconstituídos.

A Sociedade Brasileira de Silvicultura afirma que apesar da participação das plantações florestais estarem aumentando em todos os segmentos em relação a das Florestas Nativas, o setor acredita que com base nas expectativas de crescimento de demanda, haverá uma necessidade de plantio em torno de 630 mil hectares ao ano, ao invés dos 200 mil hectares atuais. A SBS distribui essa necessidade de plantio como sendo: 170 mil ha / ano para celulose, 130 mil ha / ano para madeira sólida, 250 mil ha / ano para carvão vegetal e 80 mil ha / ano para energia.

O setor de Papel e Celulose tem importante participação na balança comercial, geração de empregos e arrecadação de impostos no país. Segundo a Bracelpa, o setor investiu US\$ 12 bilhões nos últimos 10 anos, tem 222 empresas com atividade em 539 municípios, localizados em 18 Estados, 2,2 milhões de hectares de florestas plantadas para fins industriais, 2,9 milhões de hectares de florestas preservadas, 2,0 milhões de hectares de área florestal total certificada, exportou em 2010 US\$ 6,8 bilhões com um saldo comercial de US\$ 4,9 bilhões, pagou R\$ 2,2 bilhões em impostos sendo responsável por 115 mil empregos diretos (indústria 68 mil, florestas 47 mil) e 575 mil empregos indiretos.

O Brasil é hoje o maior exportador de fibras curtas no mundo. Este mercado tem grandes possibilidades de expansão e diversificação de aplicações nos próximos anos. A caracterização destas fibras, do ponto de vista da possibilidade da utilização com outras na formação de papel, reforça a viabilidade do seu uso combinado com fibras de todo o mundo. Tal caracterização viabiliza a aplicação de processos produtivos e de tratamentos novos e tradicionais, reforçando a aplicabilidade do produto. A pesquisa aqui proposta tem, portanto, valor acadêmico e industrial podendo servir de base para aplicações inovadoras e fundamentação para aplicações tradicionais.

Uma das justificativas para a utilização de fibras de Eucalipto na confecção de papel está na exuberância do seu crescimento e seu menor custo. Outras vantagens funcionais na aplicação destas fibras também podem ser citadas, dependendo da destinação do uso. De qualquer forma a introdução de matérias prima mais baratas e que mantenham ou melhorem a qualidade e as propriedades do produto é sempre almejada.

As indústrias que produzem papel para embalagem e cartões buscam cada vez mais aumentar o uso de fibras curtas em seus produtos. Entretanto não se observa claramente um movimento no sentido de adicionar fibras longas na produção de polpa celulósica para melhoria de propriedades em segmentos como o de papel para impressão.

A tese examinada neste texto é a de que a partir do conhecimento da variação do comportamento das propriedades das folhas em função da alteração do percentual de composição, entre fibras longas e curtas, e da qualidade do mecanismo de interação entre fibras é possível determinar qual destes percentuais de composição é favorável a uma determinada propriedade. Uma das ferramentas propostas para o estudo é a variação do teor de umidade na folha, e sua consequência nas propriedades de tração, estouro e rasgo, associado à análise qualitativa da fotomicrografia da área de ruptura, observando o comportamento das fibras do ponto de vista do rompimento das mesmas e da abertura da rede de entrelaçamento destas, na folha ensaiada. Para a avaliação quantitativa são usados testes normalizados.

O objetivo da pesquisa foi analisar os efeitos da mistura de fibras celulósicas curtas e longas e suas influências nas propriedades do papel composto.

Os objetivos específicos buscados:

- Demonstrar as qualidades da fibra curta de *Eucalyptus dunnii* na elaboração de papeis compostos com *Pinus taeda*;
- Aplicar método de análise dos mecanismos de reação das fibras e da sua rede aos esforços a que são submetidas na folha de papel;
- Identificar as características dos processos de produção e tratamento que afetam a interatividade das fibras curtas na mistura;
- Comparar as propriedades das folhas confeccionadas a partir do cozimento separado e unificado das fibras longas e curtas;
- Apresentar quadros de variação de propriedades em função da variação de percentuais de composição das folhas no intervalo proposto entre 0 e 30% de adição de fibras curtas.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A invenção do papel é creditada a Ts'ai Lun na China no ano de 105. Os chineses consideravam o papel como uma invenção estratégica e a mantiveram por mais de cinco séculos como um segredo bem guardado. No início do século VIII os árabes conquistaram uma cidade chinesa com uma fábrica de papel e iniciaram sua própria produção. A fabricação começou na Inglaterra em 1492 e nos Estados Unidos em 1690 (BIERMANN, 1996).

O Papel é um produto bidimensional produzido a partir de uma suspensão aquosa de fibras, que são entrelaçadas aleatoriamente e desaguado por processos mecânicos e térmicos. A folha formada a partir da polpa celulósica pode, o que geralmente acontece, receber aditivos orgânicos ou minerais para conferir-lhe melhores propriedades (KLOCK, 1998).

A principal fonte de fibras para a produção de papel é a madeira, dividida em dois grandes grupos: as dicotiledôneas arbóreas (*Angiospermae*) e coníferas (*Gymnospermae*). As angiospermas também são conhecidas por folhosas, porosas, duras ou “hardwood”. As gimnospermas por resinosas, não porosas, moles ou “softwood” (D'ALMEIDA, 1981).

### 2.1 *Pinus e Eucalyptus*

As coníferas apresentam anatomia da madeira mais simples que a das folhosas, por serem mais antigas na ordem evolutiva. Os traqueoides axiais ou “fibras”, que ocupam 95% do volume da madeira são seus principais elementos estruturais (BURGER E RICHTER, 1991). Os traqueoides são células estreitas e alongadas, com comprimento médio em torno de 2 a 5 mm (D'ALMEIDA, 1981).

*Pinus taeda* é a mais importante dentre as espécies florestais plantadas, comercialmente, no Sul e Sudeste dos Estados Unidos. Ela ocorre em toda a região, desde o estado de Delaware, no Nordeste, até o Texas, no oeste e, ao sul, até a região central da Flórida. Essa área abrange ecossistemas desde a planície costeira Atlântica até os Montes Apalaches e, ao oeste, estende-se até o oeste do Rio

Mississippi. A cobertura florestal com esta espécie, nos Estados Unidos, é estimada em 11,7 milhões de hectares (EMBRAPA, 2007).

No Brasil, esta é a espécie mais plantada do gênero entre os *Pinus*, abrangendo aproximadamente um milhão de hectares, no planalto da Região Sul do Brasil, para produção de celulose, papel, madeira serrada, chapas e madeira reconstituída. Os plantios iniciais, feitos com semente sem controle de qualidade (normalmente coletadas de povoamentos de baixa qualidade nas origens) resultavam em povoamentos de má qualidade de fuste e ramos, apesar do vigor da alta produção de biomassa lenhosa. Atualmente, estão disponíveis no mercado, sementes geneticamente melhoradas que permitem a formação de povoamentos comerciais de maior produtividade e melhor qualidade da madeira do que na fase inicial de expansão dos plantios florestais (EMBRAPA, 2007).

Em toda a região de ocorrência natural de *Pinus taeda*, o clima é úmido, temperado-ameno, com verões quentes e longos. A precipitação média anual varia de 1.020 mm a 1.520 mm e o período livre de geadas varia de cinco meses na parte norte até dez meses, na parte costeira sul. As temperaturas médias anuais variam de 13° C a 24° C, podendo chegar à mínima extrema de -23° C. No Brasil, esta espécie se desenvolve bem nas regiões com clima fresco e inverno frio, com disponibilidade constante de umidade durante o ano. Esta condição é encontrada em todo o planalto das Regiões Sul e Sudeste (EMBRAPA, 2007).

As angiospermas dicotiledôneas têm composição anatômica mais complexa e especializada que as gimnospermas por serem vegetais mais evoluídos. Estruturalmente é composta principalmente de vasos, fibras, parênquima axial e radial. Fibras são células peculiares a angiospermas, compondo de 20 a 80% do seu lenho, são esbeltas de extremidades afiladas, que lembram ligeiramente traqueoides axiais de lenho tardio, porém mais curtos, em média de 0,5 a 2,5 mm (BURGER E RICHTER, 1991).

Hart 2009 aponta para as diferenças das propriedades de *Pinus taeda* de crescimento no sul dos Estados Unidos (tipicamente com 21 anos) e do proveniente do estado de Santa Catarina no Brasil (tipicamente com 12 anos), mostrando que as árvores mais jovens tendem a ter casca mais fina, ângulo mais acentuado das

microfibrilas das camadas S2, menor espessura da parede celular e maior teor de lignina.

Após a ocorrência da geada de julho de 1975, considerada uma das mais fortes já registradas no Brasil e que causou grandes prejuízos ao setor florestal, o *Eucalyptus dunnii* Maiden vem destacando-se como espécie promissora para a região de ocorrência de geadas. Além disso, a espécie apresenta boa forma e bom desenvolvimento (HIGA, 1998).

O *Eucalyptus dunnii* Maiden tem uma ocorrência natural restrita ao nordeste do estado de Nova Gales do Sul e sudeste do estado de Queensland, Austrália. O clima nessas áreas é do tipo Cfa (Koeppen), subtropical úmido com temperatura média máxima do mês mais quente entre 27 °C a 30 °C e a média das mínimas do mês mais frio entre 0 °C e 3 °C, podendo ocorrer de 20 a 60 geadas por ano. A precipitação média anual está entre 1.000 mm a 1.750 mm, concentrada no verão, mas nenhum mês com menos de 40 mm. A estação seca no inverno, não excede a 3 meses. A espécie é encontrada principalmente nas partes mais baixas dos vales e encostas, mas também cresce nos topos de elevações em solos basálticos próximos à mata tropical da Austrália. O *Eucalyptus dunnii* prefere solos úmidos e férteis, principalmente de origem basáltica, mas também cresce em solos derivados de rochas sedimentares, principalmente naqueles com boas condições de drenagem. É mais tolerante à composição química do que física do solo. O *Eucalyptus dunnii* é uma espécie da floresta aberta alta e é comumente associado ao *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus microcorys*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus propinqua*, *Eucalyptus dalrympleana* subsp. *heptantha* e *Casuarina tortuosa* (BOLAND et al. 1984).

Sete espécies de *Eucalyptus* resistentes ao frio são cultivadas para misturas na produção de celulose nos Estados Unidos: *E. macarthurii*, *E. banthamii*, *E. urograndis*, *E. camaldulensis*, *E. dunnii*, *E. viminalis* e *E. dorrigoensis*. (HART e NUTTER, 2012).

Dentre as mais de 700 espécies de *Eucalyptus* existentes na natureza, MacRae e Cotterill (1998), estudaram variações genéticas entre famílias de *Eucalyptus globulus* do ponto de vista do rendimento e qualidade da polpa e

consideram que a seleção da variedade selecionada deve levar em conta prioritariamente aspectos de adaptação ao tipo de solo, clima e metas de crescimento consideradas as necessidades de propriedades específicas do papel a ser produzido.

Higa *et al.* (1997) indicam a adequação da espécie para a região Sul do Brasil. Resultados verificados aos oito anos de idade, em Campo do Tenente, PR mostram a espécie, comparada a outras 20 do gênero, entre as melhores em resistência a geadas e crescimento. Oliveira (1988) relata que o *E. dunnii*, junto com *E. viminalis* apresentaram crescimento melhor que outras 31 espécies de eucaliptos na região de Três Barras, SC.

## 2.2 MISTURA DE FIBRAS

Segundo Foelkel e Barrichelo (1975), misturas de celulose de coníferas e folhosas são bastante comuns para a produção de diferentes tipos de papéis. Os resultados, do ponto de vista das propriedades, são altamente dependentes do grau de refino das fibras misturadas (ARLOV, 1962).

Misturas de polpas celulósicas de *Pinus* e *Eucalyptus* podem ser usadas para a produção de papéis com propriedades de nível superior a aquelas feitas com as polpas isoladamente. Em trabalho usando diferentes proporções de *Pinus* e *Eucalyptus*, Cit (2007) e Sacon, Menochelli e Ratnieks (1994) mostram que a fibra longa aumenta a resistência ao rasgo e que tração e arrebatamento mantêm-se correlacionadas ao longo da variação da mistura.

Garlet *et al.* (1991) avaliaram propriedades do papel a partir de misturas de 0, 25, 70 e 100% de polpas branqueadas de *Eucalyptus* e *Pinus* e observaram um incremento das qualidades óticas a partir do aumento da proporção de *Eucalyptus* na mistura. A tração obteve os melhores resultados na composição de 25% de *Eucalyptus* e a resistência ao rasgo apenas decresceu com o acréscimo das fibras curtas.

Estudando a mistura de cavacos de *Pinus strobus* e *Eucalyptus urophylla* no cozimento Kraft em proporções de 0, 33, 66 e 100%, Oliveira *et al.* (1981) observaram a significativa ação do *Pinus* no aumento da resistência ao rasgo. As

fibras longas aumentaram a resistência ao arrebentamento quando adicionadas em baixo grau de refino.

Chen, Garceau e Kokta (1978) estudaram a mistura de espécies de fibras curtas e longas na qualidade da polpa Kraft com as espécies *Picea glauca* e *Populus tremuloides* observando pequeno acréscimo de rendimento depurado e menor geração de rejeitos. Em pequenas proporções de fibra curta na mistura não verificaram alterações significativas na resistência a úmido.

Bassa (2006) estudando misturas de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus globulus* com *Pinus taeda* na produção de celulose Kraft encontrou incremento, ao longo da adição de Pinus, na resistência ao rasgo e um decréscimo no índice de tração.

Cit (2007) mostra variações de propriedades em folhas compostas de *Eucalyptus dunnii* com *Pinus taeda* com a variação de composição de 0 a 100%.

### 2.3 QUALIDADE DA MADEIRA

A qualidade e uniformidade da celulose kraft depende muito da natureza da matéria prima. A variação da madeira original (por exemplo, espécies e idade da madeira) afetará consideravelmente propriedades e rendimentos da celulose produzida. Quando se objetiva melhorar a qualidade e uniformidade de produtos de celulose, é evidente que a qualidade da polpa de madeira, necessita de mais atenção. Uma forma de controle de qualidade é a classificação da idade da madeira de entrada (por árvore ou por povoamento florestal). Isto ajuda a controlar a proporção de lascas de madeira juvenil e adulta e, portanto, a qualidade da polpa produzida. Processos industriais Kraft melhoram o rendimento pela separação simples da madeira ou chips de matérias primas por espécies e tipos de madeira. Isso fará com que seja possível produzir celulose para as necessidades específicas (SVEDMAN, TIKKA e LUHTANEN, 1998). É sempre importante relacionar as características da madeira com as necessidades do produto. Qualidade da madeira é a adequação desta para um determinado propósito (BIERMANN, 1996).

Para White *et al.* 2011, em polpas de *Pinus taeda* destinadas a papel não branqueado (Kappa 100) o índice de resistência à tração e o índice de estouro estão



fortemente correlacionados ao inverso da densidade da madeira. Para papéis destinados ao branqueamento (Kappa 30) o índice de resistência à tração também está diretamente correlacionado ao comprimento das fibras.

Mimms (1993) afirma que os parâmetros químicos, físicos e anatômicos da madeira são essenciais para a produção de celulose e papel, pois cada um destes pode influenciar os processos positivamente ou negativamente.

Sjöström e Alén (1999) mostram que existe uma grande variação dos componentes químicos do tronco de uma árvore, principalmente no sentido radial (lenho inicial x lenho tardio e cerne x alburno) bem como entre lenho normal e lenho de reação, e que os estudos sobre estas composições estão restritos a poucas espécies.

Klock (2006) indica como principais componentes químicos da madeira elementos de alto peso molecular como a celulose, as polioses e a lignina. Também pequenas quantidades de material de baixo peso molecular, os extrativos e minerais. A distribuição destes materiais varia de acordo com a TABELA 1.

TABELA 1 - COMPOSIÇÃO MÉDIA DE SOFTWOODS E HARDWOODS

	SOFTWOODS	HARDWOODS
Celulose	42±2%	45±2%
Hemiceluloses	27±2%	30±5%
Lignina	28±3%	20±4%
Extrativos	3±2%	5±3%

Adaptado de Mimms (1993)

Holocelulose é o termo usado para designar toda a fração de carboidrato do material celulósico depois de removida lignina.

Klock (2006) define a celulose como um polímero linear de alto peso molecular, constituído exclusivamente de  $\beta$ -D-glucose, e que devido às suas propriedades químicas e físicas, bem como à sua estrutura supramolecular, preenche sua função como o principal componente da parede celular dos vegetais.

Celulose é o principal constituinte da madeira. Aproximadamente 40 a 45% do material seco são compostos dela na maioria das espécies, localizada predominantemente na parede secundária das células (SJÖSTRÖM, 1993).

A celulose é extremamente resistente à tração em função das ligações covalentes entre as piranoses e entre unidades individuais. As ligações de hidrogênio conferem rigidez às moléculas pela distribuição de forças permitindo a absorção de choques desfazendo e refazendo estas ligações (ROWELL, 1984).

As hemiceluloses, ou polioses, pertencem a um grupo heterogêneo de polissacarídeos que são formados por caminhos distintos ao da biossíntese da celulose. Em contraste com a celulose, que é homopolissacarídeo, as polioses, são heteropolissacarídeos, com grau de polimerização de aproximadamente 200. A quantidade de polioses está usualmente entre 20 e 30% do material seco da madeira, sendo a composição e estrutura diferentes nas coníferas e folhosas (SJÖSTRÖM, 1993).

As polioses estão em estreita associação com a celulose na parede celular. Cinco açúcares neutros, as hexoses: glucoses, manose e galactose; e as pentoses: xilose e arabinose são os principais constituintes das polioses. Algumas polioses contêm adicionalmente ácidos urônicos. As cadeias moleculares são muito mais curtas que a de celulose, podendo existir grupos laterais e ramificações em alguns casos (KLOCK *et al.*, 2006).

A lignina é formada por um sistema aromático composto em sua base por unidades de fenil-propano (BIERMANN, 1996). É uma substância amorfa que se localiza principalmente na lamela média e na parede primária. Na formação das células, a lignina é incorporada como o último componente na parede, transpondo as fibrilas e assim fortalecendo e enrijecendo as paredes celulares (D'ALMEIDA, 1981).

A quantidade de lignina é importante para análise da madeira e para a caracterização de polpas celulósicas. Sua remoção é o principal objetivo dos processos de obtenção de polpa celulósica e do branqueamento. Coníferas apresentam maiores teores de lignina que folhosas, e existem diferenças estruturais entre a lignina encontrada nos dois grupos. Rendimento, branqueabilidade e alvura são propriedades da polpa celulósica que refletem a presença da lignina (MIMMS, 1993; KLOCK *et al.*, 2006).

Na composição da parede celular existem numerosas substâncias que são chamadas de materiais acidentais ou estranhos da madeira. Estes materiais são responsáveis muitas vezes por propriedades da madeira como: cheiro, gosto, cor, etc. Apesar de estes componentes contribuírem somente com uma pequena porcentagem da massa da madeira, podem apresentar uma grande influência nas propriedades e na qualidade de processamento delas. Alguns componentes, tais como os íons de certos metais, são mesmo essenciais para a árvore viva (KLOCK *et al.* 2006).

As substâncias de baixo peso molecular pertencem a classes muito diferentes em termos de composição química e portanto há dificuldades em se encontrar um sistema claro e compreensivo de classificação. Uma classificação simples pode ser feita dividindo-se estas substâncias em material orgânico e inorgânico. Para efeito de análise é mais útil a distinção entre as substâncias na base de suas solubilidades em água e solventes orgânicos (KLOCK *et al.* 2006).

Barrichelo e Brito (1985) afirmam que os extrativos são componentes acidentais que não fazem parte da estrutura química da parede celular. Incluem um elevado número de compostos orgânicos, sendo que a maioria são solúveis em água quente, álcool, benzeno e outros solventes orgânicos neutros. A presença de alguns desses componentes influencia a resistência ao ataque de fungos e insetos, a coloração, o odor, a permeabilidade, a densidade e a dureza da madeira. Podem constituir até 8% do peso seco de madeiras normais de espécies de clima temperado, podendo chegar a até 20% em madeiras normais de espécies de clima tropical (PETTERSEN, 1984).

A parte inorgânica da madeira é em geral chamada de cinzas. A quantidade de componentes minerais da madeira é normalmente pequeno, composto principalmente por óxidos minerais como: óxidos de cálcio, de magnésio, de fósforo, de silício, de potássio, dentre outros. O conteúdo de cinzas raramente é menor que 0,2% ou maior que 1% do peso seco das madeiras. Para a madeira de Eucalipto, o teor de cinzas normalmente não chega a 1% do seu peso seco (TSOUMIS, 1991).

Biermann (1996) considera importante a avaliação das características anatômicas das fibras, que se mostram em estreita associação com a qualidade da polpa e as características do papel.

Oliveira *et al.* (1981), ressaltam que as diferenças anatômicas entre as fibras de angiospermas e gimnospermas acarretam em diferenças de propriedades físicas e mecânicas do papel. As fibras curtas, como do *Eucalyptus*, geram papéis com melhor formação e maior lisura, mas, baixa resistência ao rasgo. A presença de vasos pode prejudicar a qualidade de impressão neste papel. Já as fibras longas, como a de *Pinus*, produzem papéis com melhor resistência mecânica, e de folha úmida. Além dos aspectos técnicos e econômicos, as características anatômicas das madeiras de coníferas e folhosas incentivam a utilização de misturas de fibras longas e curtas na produção de papel, visando atender às exigências do mercado consumidor.

Burger e Richter (1991) mostram as diferenças entre lenhos inicial (ou primaveril) e tardio (ou outonal) nos anéis de crescimento, que se caracterizam por diferenças dimensionais principalmente na espessura da parede celular e tamanho do lume. O lenho inicial tem paredes mais finas e lume maior. Klock (2000) mostra a diferença dimensional entre lenho juvenil e adulto, presentes na madeira, característica da fase de crescimento nos primeiros anos e na fase de plenitude da árvore, em seu estudo com *Pinus*. Biermann (1996) afirma que as dimensões das fibras e traqueoides variam consideravelmente nas diferentes regiões de uma mesma árvore. Diferentes características de matéria prima geram papéis com propriedades variadas.

O comprimento médio das fibras afeta a formação da folha de papel e a uniformidade da distribuição, afirma Young (1980). A uniformidade e estabilidade dimensional será maior quanto mais curtas forem as fibras.

As propriedades mecânicas também são afetadas, por exemplo, a resistência ao rasgo decresce com a diminuição das dimensões médias das fibras.

Segundo diversos autores (BARRICHELO e BRITO, 1976; MIMMS, 1993; BIERMANN, 1996), em comparação ao lenho adulto, o juvenil apresenta comprimento inferior das fibras, paredes mais estreitas, maior porcentagem de lenho primaveril, conseqüentemente menor proporção de lenho outonal, densidade básica inferior, menor conteúdo de holocelulose, maior conteúdo de lignina e anéis de crescimento mais largos.

Existem variações nas médias das dimensões das fibras ao longo de toda a árvore, radial e longitudinalmente. Por exemplo, KLOCK *et al.* (2002) encontraram variação no sentido radial nas dimensões dos traqueoides, de 2,35 mm a 3,44 mm para o comprimento, 37,6  $\mu$ m a 43,9  $\mu$ m para a largura e 3,89  $\mu$ m a 9,17  $\mu$ m para a espessura de parede, em madeira juvenil em *Pinus taeda*.

Por estas diferenças, cavacos provenientes de árvores jovens quando processados para a produção de polpa celulósica e papel não apresentam as mesmas características quando comparados com cavacos obtidos de árvores adultas. Também apresentam menor teor de celulose e maior de lignina (MIMMS, 1993).

Nesta perspectiva os valores dos índices relacionados às fibras, como coeficiente de flexibilidade, esbeltez, enfeltramento, índice de Runkel, entre outros, dependem do percentual de cada tipo de lenho que compõe a amostra ou a matéria prima no processo.

A densidade da madeira aparece muitas vezes como referência de qualidade, sendo o primeiro item na caracterização e um importante fator de decisão para a sua utilização. A densidade básica é definida como a razão da massa completamente seca dividida pelo volume em estado saturado de uma amostra (STAMM, 1964; KOLLMANN e COTÉ, 1968; BIERMANN, 1996).

Mimms (1993) afirma que a influência da densidade reflete no rendimento volumétrico do processo, penetração do licor de cozimento, tempo de cozimento e qualidade da polpa celulósica e do papel produzido.

Normalmente as folhosas são mais densas que as coníferas. Com o aumento da densidade, dentro de uma mesma espécie vegetal, geralmente aumenta a espessura da parede celular, diminuem as resistências à tração e arrebetamento e aumenta a resistência ao rasgo (DINWOODIE, 1965).

Kollmann e Coté (1968) e também Biermann (1996) definem a umidade como a quantidade de água presente em uma amostra em relação à sua massa. Biermann (1996) mostra a importância do controle de umidade nos processos de obtenção de polpa celulósica, pois, muitas vezes, os reagentes utilizados são calculados baseado na massa da matéria-prima, que obviamente pode variar com a quantidade de água que contém.

## 2.4 POLPAÇÃO

Na produção da polpa celulósica existem dois principais processos de obtenção, o mecânico e o químico, e também diversos processos híbridos que combinam ambos em graus diferentes. O que os diferencia é o rendimento, grau de deslignificação, consumo de energia térmica, mecânica e de produtos químicos (SMOOK, 1992).

Nos processos químicos, a separação ou individualização das fibras é obtida através da ação de reagentes químicos sobre a lignina que compõe a lamela média. Apesar de agir seletivamente os reagentes químicos acabam degradando uma fração da holocelulose, reduzindo o rendimento e afetando as características da polpa celulósica (MIMMS, 1993; KLOCK, 2000).

O processo de polpação química pode ser ácido, como no processo sulfito, ou alcalino como no processo sulfato ou Kraft. Atualmente quase toda polpa química é obtida a partir de madeira e pelo processo Kraft. Este processo utiliza o hidróxido de sódio (NaOH) e sulfeto de sódio (Na<sub>2</sub>S) como reagentes químicos. O processo Kraft é caracterizado pela possibilidade de poder utilizar diversas matérias-primas no processo como coníferas, folhosas, resíduos agrícolas, etc., também pelas excelentes características da polpa obtida em termos de resistência e a viabilidade de recuperação econômica do licor negro residual (D'ALMEIDA, 1982; MIMMS, 1993).

Para expressar a influência do tempo e da temperatura nas reações químicas do processo de polpação adota-se o fator H de cozimento que é o resultado da área sob o gráfico tempo x temperatura (LAVIGNE, 1993).

Para caracterizar a polpa celulósica alguns dos métodos mais comuns são: análise dimensional das fibras, número kappa, viscosidade e drenabilidade da polpa. Outros podem ser necessários, dependendo da especificidade da aplicação da polpa, segundo SMOOK (1992).

Classicamente as dimensões médias das fibras são determinadas com o auxílio de um microscópio ótico, examinando uma porção representativa da amostra,

onde todas as fibras são medidas de forma a gerar uma curva de distribuição das dimensões encontradas (SMOOK, 1992).

O número kappa está relacionado ao consumo de permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_4$ ) pela polpa seca amostrada, em meio ácido ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), nas condições da norma T 236 om-99, da TAPPI.

O número kappa é proporcional à lignina Klason, até 22% de lignina em coníferas e até 15% de lignina em folhosas (D'ALMEIDA, 1982). A relação aproximada é de: número kappa  $\times 0,13 =$  % de lignina Klason, segundo a norma TAPPI T 236 om-99.

Smook (1992) afirma que o número kappa tem dois propósitos no processo fabril: indicar o grau de deslignificação no processo de cozimento e indicar as necessidades de reagentes químicos para o futuro branqueamento.

Scott *et al.* (1995) afirmam que a resistência intrínseca das fibras afeta todas as propriedades mecânicas do papel. Indiretamente esta resistência pode ser medida pela viscosidade da fibra dissolvida, que reflete o grau de despolimerização, ou degradação, sofrido durante o processo de polpação química.

D'Almeida (1986) diz que a viscosidade de uma polpa celulósica, sendo uma medida do grau de polimerização médio das moléculas de celulose das fibras, pode ser também um indicativo da resistência intrínseca destas, em certo grau.

Bassa et al 2006, observaram valores para o cozimento Kraft de *Eucalyptus* spp. de 807 a 1225  $\text{cm}^3/\text{g}$  para viscosidade, de 13.4 a 82.4 para número Kappa, rendimento de 9.2 a 54.5%, rejeitos de próximo a zero a 13%. Para o rendimento, número Kappa e viscosidade uma tendência de queda foi observada com o aumento do teor de álcali ativo.

A resistência das fibras, quando conformadas em folha, ao fluxo de água através delas é definição de drenabilidade, importante propriedade relacionada à fabricação do papel. O teste de Schopper-Riegler é o principal ensaio de drenabilidade usada na Europa e o Canadian Standard Freeness na América do Norte (STAMM, 1964; SMOOK, 1992).

Refinação é um processo onde a polpa celulósica é tratada mecanicamente em equipamentos chamados refinadores visando o desenvolvimento de determinadas características (KLINE, 1991; ABTCP 2001). No processo de refinação

ocorrem modificações nas propriedades da polpa, como: aumento da sua flexibilidade, redução da sua dimensão e a fibrilação. A refinação produz fibrilação interna, externa e corte das fibras que acarretam o aumento do número e das áreas de ligações entre fibras segundo Nevell (1985) e Clark (1978).

Magaton *et al.* 2009 relata que para o cozimento Kraft de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophila* o aumento da idade e da densidade há um aumento do coarseness reduzindo a refinabilidade, mas melhorando a drenabilidade.

ABTCP (1999), Biermann (1996) e Clark (1978) afirmam que a fibrilação pode ocorrer em três níveis: externa, interna e molecular. A externa consiste no desprendimento total ou parcial da parede primária e secundária, liberando finos lamelares e fibrilares, aumentando a superfície de contato. A interna consiste em cisões internas à parede celular, ditas delaminações, e sua consequente hidratação. A molecular é definida como a solubilização ou rearranjo parcial de compostos da parede celular, principalmente de polioses. O aumento da refinação implica na diminuição da drenabilidade da polpa celulósica e melhoria de algumas propriedades do papel, entre elas a tração, estouro e rigidez. A resistência ao rasgo após um ligeiro aumento decresce. Outras propriedades como alvura e opacidade também são afetadas. As principais variáveis que afetam o processo de refinação são referentes ao tipo da matéria-prima, ao tipo de equipamento como Lampen, Jokro, PFI ou Bolas e às condições do processo como o pH, a temperatura e a consistência.

## 2.5 PROPRIEDADES DO PAPEL

Biermann (1996) mostra que qualquer processo de fabricação de papel passa pelas mesmas etapas. São elas: formação, que consiste na aplicação da polpa celulósica sobre uma tela; drenagem, que é a remoção inicial da água através de escoamento por gravidade ou uma diferença de pressão; consolidação, resultado da compactação do colchão de polpa celulósica e secagem, através da remoção da água pelo contato com superfícies aquecidas.



Hollmark e Rigdahl (1986) citam a importância da formação da rede tridimensional de fibras na etapa de secagem e sua significativa influência nas propriedades mecânicas do papel.

Papel industrial é um material anisotrópico, isto é, apresenta diferentes propriedades nas três diferentes direções no espaço. Fellers e Htun (1986) apontam duas principais causas para a anisotropia: orientação das fibras e processo de secagem e indicam que a orientação das fibras influencia o módulo de elasticidade e resistência mas não a tensão de ruptura. O processo de secagem afeta fortemente a tensão de ruptura e o módulo de elasticidade.

Annikki *et al.* (1990) afirmam que na produção da folha de papel, as principais diferenças entre as feitas em laboratório e a produção de papel em larga escala estão na formação na mesa plana, prensagem a úmido e secagem. No laboratório, a folha é formada com base em uma suspensão muito diluída, usando procedimento de desaguamento lento e de baixa pressão e apenas no sentido vertical, sem o movimento horizontal da mesa formadora, seguido por uma secagem lenta. A estrutura da folha feita em laboratório não será igual à produzida por uma máquina de papel, sem considerar, ainda, a calandragem em máquina que fornece diferentes características superficiais à folha de papel.

Scott *et al.* (1995) apresentam como características estruturais do papel: espessura, gramatura, a uniformidade e o lado da formação, orientação das fibras, densidade aparente, porosidade e a textura. Algumas podem ser observadas ou medidas diretamente sobre a folha, já outras, precisam ser testadas.

Testes permitem verificar propriedades e podem ser convenientemente divididos em quatro grupos: submissão a esforços, qualidade da superfície, propriedades óticas e permeabilidade a fluidos (SMOOK, 1992).

Para Scott *et al.* (1995) a espessura de uma folha é um dos principais fatores para definir a sua aplicação. É definida como a distância entre as duas principais superfícies do papel, medida sob pressão constante ( $50 \pm 2$  kPa) e expressa em milímetros. Espessuras podem variar de 0,0076 mm (para capacitores) a 2 mm (para papelão). Para alguns papéis a uniformidade de espessura ao longo da folha é ainda mais importante. A umidade da folha pode interferir nos resultados, sendo importante o seu prévio acondicionamento.

A gramatura é definida como peso dividido pela área da folha, normalmente expressa em  $\text{g/m}^2$ , juntamente com o peso da folha são importantes características tanto do ponto de vista da fabricação como do uso do papel. A gramatura exerce grande influência sobre as propriedades de resistência do papel e para reduzi-la, sobre os valores observados, estes são expressos na forma de índices. O valor da resistência é dividido pela gramatura gerando assim índices como os de resistência ao rasgo, ao arrebentamento à tração e de comprimento de auto-ruptura (D'ALMEIDA, 1982; SMOOK, 1992; SCOTT *et al.* 1995; BIERMANN, 1996).

A densidade aparente é definida como o quociente entre a gramatura e a espessura do papel e é expressa em gramas por centímetro cúbico ( $\text{g/cm}^3$ ). O volume aparente se apresenta como a razão entre a espessura e a gramatura do papel e é expresso em centímetros cúbicos por grama ( $\text{cm}^3/\text{g}$ ). Algumas pesquisas indicam que as resistências à tração e ao arrebentamento crescem com o aumento da densidade aparente do papel. A resistência ao rasgo, a opacidade e a permeância ao ar, decrescem com o aumento dela (SCOTT *et al.*, 1995).

Alvura e opacidade são características óticas de descrição do papel. A alvura é definida como fator de refletância de um comprimento de onda de 457 nm (luz azul), desta forma a alvura depende das condições de iluminação e observação. A medição da alvura visa avaliar a eficiência do branqueamento na remoção da amarelidade da polpa. Opacidade é a propriedade do papel relacionada com a quantidade de luz transmitida através dele. Assim um papel perfeitamente opaco não permite a passagem de luz visível. A opacidade de uma folha depende da quantidade de material de enchimento, grau de branqueamento, recobrimento, gramatura e espessura do papel. A opacidade é uma propriedade essencial para papéis de impressão e de escrever (D'ALMEIDA, 1982).

Os ensaios mecânicos permitem a observação de propriedades a partir das reações a esforços a que são submetidas as folhas de papel. Segundo Stamm (1964), as ligações entre fibras geram a coesão interna do papel. A interação mecânica entre as fibras durante a fabricação e uso do papel se dá por meio das ligações entre elas, notadamente através de ligações de hidrogênio e entrelaçamento físico. Os ensaios mecânicos em geral são destrutivos, em relação aos corpos-de-prova.

Diversas pesquisas relacionam as propriedades mecânicas do papel ao comportamento deste sob o esforço de tração. Resistência à tração é frequentemente reconhecida como uma propriedade fundamental na indústria do papel. Observando atentamente, ela se revela uma propriedade complexa, envolvendo forças de tração, cisalhamento e flexão agindo internamente sobre as fibras (SCOTT *et al.*, 1995).

A resistência à tração é determinada pela relação entre a força axial, requerida para romper uma tira de papel, e a sua largura, normalmente determinada por uma norma (SMOOK, 1992).

O comprimento de auto-ruptura também é uma forma de expressar a resistência à tração, definido como o comprimento de uma tira de papel que, quando suspensa se rompe sob seu próprio peso. Pode ser calculado pelo produto da carga de ruptura em kgf vezes  $10^6$  dividido pelo produto da gramatura em  $\text{g/m}^2$  pela largura da tira em mm (D'ALMEIDA, 1982).

O ensaio mais frequentemente encontrado para avaliar a resistência ao rasgo é o Elmendorf, criado em 1920 e que até hoje usa um equipamento com características definidas pelo inventor que dá nome ao teste. Mede o trabalho mecânico requerido para continuar um rasgo, já iniciado, até uma distância pré-determinada (SCOTT *et al.*, 1995).

Dois fatores determinam a resistência ao rasgo: a força necessária para arrancar a fibra da estrutura e a força para romper a própria fibra. Isto torna essa propriedade diretamente correlacionada ao comprimento médio das fibras (BUGAJER e KUAN, 1980).

Van Den Akker *et al.* (1958) afirmam que o número de fibras que se quebram quando uma folha de conífera é rasgada é da ordem de 75 a 80%, podendo-se presumir que ao se acrescentar pequena quantidade de fibras de folhosas, estas formem ligações de hidrogênio, aumentando assim a possibilidade das fibras longas terem de ser arrancadas da estrutura ao invés de se romperem. A energia para retirar uma fibra intacta da folha é bem maior do que a para rompê-la individualmente (BARRICHELO E FOELKEL, 1975). A partir de certo percentual, o efeito positivo da fibra curta na mistura desapareceria, tornando predominante a menor resistência desta no papel.

O ensaio de resistência ao rasgo é usado na avaliação de sacos de papel, etiquetas, papéis para fins higiênicos e certos papéis que na utilização são submetidos à força de rasgamento (D'ALMEIDA, 1982).

A resistência ao rasgo, pelo teste Elmendorf, não varia proporcionalmente com a resistência à tração ou arrebentamento, sendo uma função do grau de refino das fibras, que aumenta inicialmente até atingir o máximo valor, decaindo em seguida à medida que aumenta o refino. As resistências à tração, e ao arrebentamento, tendem a apenas aumentar com o aumento do grau de refino, até certo limite (SCOTT *et al.*, 1995).

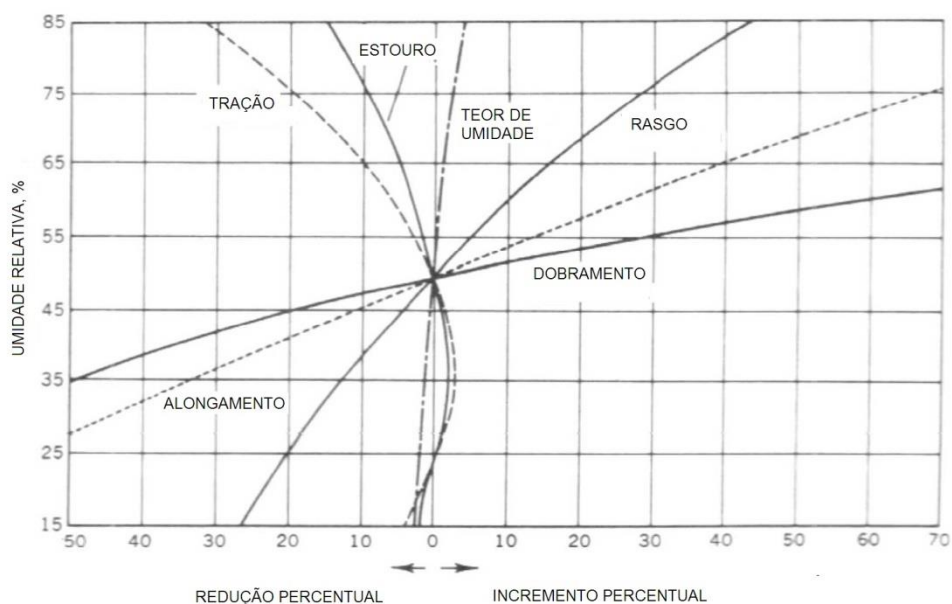
A resistência ao arrebentamento, também conhecida por estouro, é testada por um aparelho que prende o corpo-de-prova entre dois anéis e submete o seu interior à pressão por um dos lados criando uma deformação aproximadamente esférica até a ruptura. A resistência ao arrebentamento e à tração são altamente correlacionadas, permitindo que algumas empresas prefiram o teste de arrebentamento pela sua simplicidade. É realizado com o aparelho tipo Mullen que data dos anos 1890 (SCOTT *et al.*, 1995).

A permeância ao ar, classificada neste trabalho como propriedade mecânica, é definida submetendo-se o papel à passagem do ar, pela diferença de pressão entre os dois lados, sendo medida pelo tempo que determinado volume leva para atravessar a folha (SCOTT *et al.*, 1995).

A permeância tem relação inversa com o coeficiente de flexibilidade das fibras e parede celular, porém, direta com o diâmetro das fibras e a densidade da madeira. Tais comparações devem ser feitas entre fibras da mesma espécie (DINWOODIE, 1965).

As propriedades do papel são afetadas individualmente de forma diferente pelo teor de umidade conforme a FIGURA 1 (SMOOK, 1992).

FIGURA 1 – ALTERAÇÃO DE PROPRIEDADES DO PAPEL EM FUNÇÃO DA VARIAÇÃO DA UMIDADE.



Fonte: SMOOK, 1992.

Smook (1992) apresenta alguns cuidados e parâmetros a serem observados nos ensaios das propriedades do papel, mostrados a seguir: Todo procedimento de teste é caracterizado pela perceptividade (ou nitidez da leitura do aparelho), precisão e acurácia. Ou seja, toda medição tem uma capacidade limitada de perceber e mostrar uma pequena variação na propriedade avaliada exibe alguma variação nos resultados quando o teste é repetido (nas exatas mesmas condições) e apresenta certa diferença entre o valor medido e o valor verdadeiro (ou real). A aproximação do valor medido ao valor real é obtida com a calibração do aparelho e escolha de uma amostra representativa, já a precisão do teste pode ser expressa com o uso da estatística em termos de desvio padrão ou intervalo de confiança.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 MATERIAL

A matéria prima para o desenvolvimento da pesquisa, *Pinus taeda* L. com 15 anos e *Eucalyptus dunnii* M. com 7 anos, veio de plantios comerciais da cidade de Correia Pinto (FIGURA 2), município brasileiro do estado de Santa Catarina, localizado a uma latitude 27°35'05" sul e a uma longitude 50°21'40" oeste, estando a uma altitude de 847 metros.

FIGURA 2 – MAPA DA REGIÃO SUL DO BRASIL



Fonte: <http://maps.google.com.br>, editado pelo autor.

Escala: 1:20.000.000

## 3.2 MÉTODOS

O processamento e análise de laboratório foram realizados no vTI (Johann Heinrich von Thünen Institute) ligado à Universidade de Hamburgo, na Alemanha. O método desenvolvido segue normas TAPPI, ISO e ABNT em procedimentos similares aos utilizados nas indústrias do setor no Brasil.

### 3.2.1 Qualidade da Matéria Prima

Os cavacos de *Pinus taeda* e *Eucalyptus dunnii* chegaram a Hamburgo aproximadamente dez dias após a colheita sendo armazenado imediatamente em freezer. As amostras de cavacos, e posteriormente fibras, foram mantidas resfriadas ao longo de todo o processo. Teores de umidade e a densidade básica foram determinados em acordo com a norma TAPPI T258 – om 02.

A determinação do teor de extrativos totais e o percentual de lignina foram realizados a partir de cavacos úmidos convertidos em aproximadamente 100 gramas de serragem classificada, em moinho tipo facas. A preparação do material para análise, teor de lignina e extrativos segue as normas TAPPI T264 om-97, T222 om-02 e T204 om-97 respectivamente.

Os extrativos foram obtidos mediante extrações consecutivas pela ação dos solventes etanol ( $C_2H_5OH$ ), etanol-tolueno ( $C_2H_5OH - C_6H_6OH$ ) e água quente ( $H_2O$ ). O teor de lignina insolúvel da madeira foi obtido após remoção dos extrativos e hidrólise dos polissacarídeos (conteúdo de holocelulose) utilizando ácido sulfúrico concentrado a 72% ( $H_2SO_4$ ) a frio e posterior redução da concentração a 3% a quente.

### 3.2.2 Obtenção e Caracterização da Polpa Celulósica

O processo Kraft de polpação química para obtenção da pasta celulósica usado na confecção das folhas foi realizado em uma autoclave com controle programável de temperatura e tempo de aquecimento e cozimento. Cada cozimento permitiu processar 700 gramas de madeira seca de *Pinus* ou 900 gramas de madeira seca de *Eucalyptus*, previamente aquecidas em vapor por 30 minutos. As condições de cozimento: álcali ativo de 16%, sulfidez 25%, relação licor/madeira de 4:1 e fator H variando de 400 a 1100. O tempo de aquecimento até os 170°C foi de 90 minutos, permanecendo de 13 a 59 minutos nesta temperatura TABELA 2.

TABELA 2 – TEMPO DE COZIMENTO E FATOR H PARA AS DIVERSAS AMOSTRAS DE *Pinus*, *Eucalyptus* E MISTURAS. T=170°C, AA=16% e S=25%.

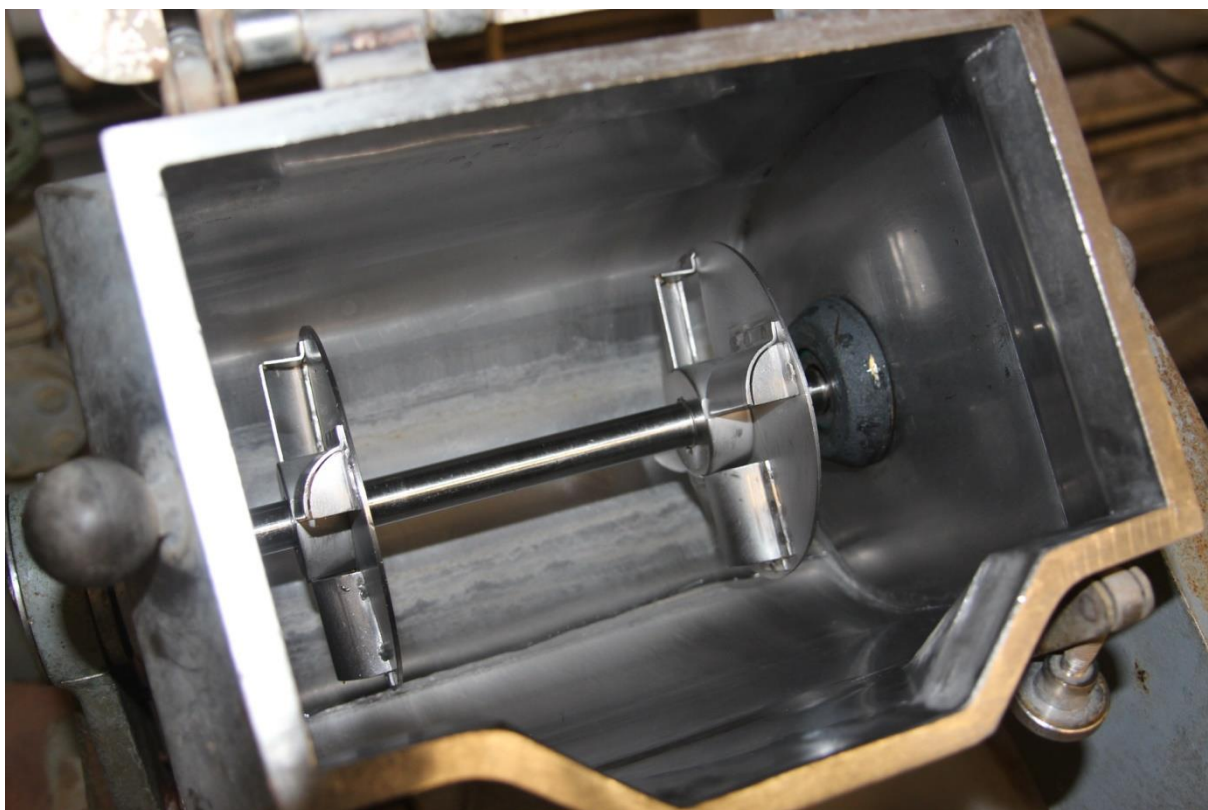
Amostra	Fator H	Tempo de cozimento (min)
<i>Pinus taeda</i>	1100	59
<i>Eucalyptus dunnii</i>	1100	59
<i>Eucalyptus dunnii</i>	600	26
<i>Eucalyptus dunnii</i>	400	13
<i>Pinus taeda</i> 95% + <i>Eucalyptus dunnii</i> 5%	1100	59
<i>Pinus taeda</i> 90% + <i>Eucalyptus dunnii</i> 10%	1100	59
<i>Pinus taeda</i> 85% + <i>Eucalyptus dunnii</i> 15%	1100	59
<i>Pinus taeda</i> 80% + <i>Eucalyptus dunnii</i> 20%	1100	59
<i>Pinus taeda</i> 75% + <i>Eucalyptus dunnii</i> 25%	1100	59
<i>Pinus taeda</i> 70% + <i>Eucalyptus dunnii</i> 30%	1100	59

Verificou-se o teor de álcali ativo residual seguindo-se os procedimentos da norma TAPPI T624 cm-00.



Após o cozimento, o material lavado foi processado por dez minutos em um desagregador para garantir a individualização dos feixes de fibras mostrado na FIGURA 3.

FIGURA 3 – DESAGREGADOR DE FIBRAS PARA LABORATÓRIO DE POLPAÇÃO.



Após o desagregador, o material passou por uma peneira vibratória gravitacional a uma consistência aproximada de 5%. O material que não passou pela malha foi recolhido e seco em estufa, comparou-se o seu peso ao peso seco total de polpa obtida, determinando o percentual de rejeitos.

O rendimento foi calculado a partir do percentual obtido de polpa celulósica seca depurada em relação à quantidade de madeira seca usada no processo de polpação para cada um dos cozimentos.

A pasta celulósica teve sua consistência elevada para aproximadamente 30% de material absolutamente seco, em uma centrífuga com cesto de 30 cm de diâmetro e 3000 R.P.M. por 5 minutos. Em seguida foi desagregada e acondicionada em sacos plásticos, com sua umidade medida posteriormente pelo método gravimétrico.

Todos os cozimentos foram testados no seu número kappa de acordo com a norma TAPPI T236 om-99.

A verificação da viscosidade reduzida em solução de cuproetilenodiamina (CED) seguiu a norma TAPPI T230 om-99 que reflete o grau de degradação das fibras após o processo de deslignificação.

A caracterização dimensional das fibras foi realizada em um equipamento Fiber Lab para todos os cozimentos, gerando relatórios com as médias, apresentadas neste trabalho, e distribuições permitindo boa visualização e comparação dos resultados.

Foram elaboradas curvas de refino, com o objetivo de observar o comportamento das fibras ante o tempo de processamento no moinho Jokro e o resultado avaliado pelo grau Schopper-Riegler. Tomou-se como base de tempo 0', 40', 50', 60' e 70' para o *Pinus taeda*, 0', 10', 20', e 30' para o *Eucalyptus dunnii* e 0', 40', 50' e 60' para as misturas. Para o processamento carregou-se de 16 em 16g por panela em uma consistência de 6% a 150 R.P.M.. A meta para a confecção das folhas de testes foi de 25°SR em todas as amostras. Alguns resultados representativos estão no APÊNDICE 1.

### 3.2.3 Preparação da composição e elaboração das folhas

Conhecidas as consistências das diversas amostras de fibras e suas respectivas curvas de refino, partiu-se para a elaboração das folhas para teste em um equipamento Rapid-Köethen (Norma ISO 5269/2). As folhas compostas, de *Pinus* e *Eucalyptus* cozidos separadamente, foram elaboradas a partir da mistura das fibras no momento do refinamento. Cada panela do moinho Jokro com 16

gramas (secas) de fibras gerou dois teste de grau Schopper-Riegler e cinco folhas de área circular  $0,03142 \text{ m}^2$  e gramatura nominal de  $80\text{g/m}^2$ . Destas cinco, quatro seriam ensaiadas.

### 3.2.4 Ensaios das folhas

Os ensaios foram realizados após período de acondicionamento a  $23^\circ\text{C}$  ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ) e 50% ( $\pm 2\%$ ) de umidade relativa do ar segundo a norma TAPPI T402 om-94. Foram analisadas: gramatura, espessura, alvura, opacidade, tração, rasgo, arrebetamento, permeabilidade e permeância ao ar, obedecendo as recomendações das normas relacionadas na TABELA 3.

Para estudo da interatividade entre as fibras longas e curtas, folhas de testes foram preparadas com diferentes teores de umidade: 0%, 5%, 8%, 12% e 20%. Estas folhas foram testadas para tração, rasgo e estouro (APÊNDICE 2). Foram ainda observadas e registradas por um microscópio ótico e microfotografadas.

TABELA 3 - RELAÇÃO DAS NORMAS USADAS PARA ENSAIO DAS FOLHAS.

ENSAIO	NORMA TAPPI
Espessura	T220 sp-01
Gramatura	T220 sp-01
Alvura	T452 om-02
Opacidade	T425 om-01
Tração	T494 om-01
Rasgo	T414 om-98
Arrebetamento	T403 om-02
Permeabilidade	T457 om-02
Permeância ao ar	T460 om-02

### 3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental seguiu o modelo inteiramente casualizado. Considerou-se como unidade experimental a folha de papel, como tratamento as oito variações na composição de fibra curta e longa. O número de repetições seguiu o protocolo de testes (APÊNDICE 1) do Johann Heinrich von Thünen Institute, onde os testes foram realizados e que considera as sugestões da TABELA 4.

TABELA 4 – NÚMERO DE REPETIÇÕES SUGERIDO PARA TESTES NORMATIZADOS

ENSAIO	TAPPI	SCAN	APPITA
Espessura (folhas)	10 (5)	5 (4)	10 (8)
Rasgo	4	2	4
Arrebentamento	10	8	8
Tração	10	8	8
Alongamento	10	8	8
Dobramento	5	5	16

Fonte: SMOOK, 1992. p331

A análise estatística foi realizada em três etapas. Primeiro, na geração e caracterização da polpa celulósica aplicou-se a estatística descritiva, ou seja, média, desvio padrão, coeficiente de variação.

Para os ensaios de propriedades físicas e mecânicas das folhas, fez-se a verificação da igualdade estatística entre as médias obtidas nos corpos de prova (ANOVA), por ensaio e em cada tratamento (APÊNDICE 2).

Realizou-se por fim a verificação das diferenças entre as médias de cada tratamento, pelo teste de Tukey, propriedade a propriedade e a geração dos gráficos de variação (APÊNDICE 2).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 CARACTERÍSTICAS DA MADEIRA

Para a caracterização da matéria prima foram mensurados densidade básica, extrativos, lignina e teor de cinzas dos cavacos de *Eucalyptus dunni* M. e *Pinus taeda* L.. Os valores médios aparecem nas TABELAS 5 e 6.

TABELA 5 - EXTRATIVOS, LIGNINA E CINZAS NAS AMOSTRAS DE *Pinus taeda* e *Eucalyptus dunni*.

	Extrativos				Cinzas		
	Ciclohexano	Água	Lignina Klason		Lignina	Lignina	A 525°C
	Etanol	Quente	Residual	Solúvel	Total	Klason	Total
	%	%	%	%	%	%	%
<i>Pinus taeda</i>	2,11	1,48	29,96	0,43			0,26
	1,92	1,05	29,98	0,42			0,27
	1,87						
	Média	1,97	29,97	0,43	30,40	<0,01	0,27
<i>Eucalyptus dunni</i>	0,87	2,33	20,69	4,62			0,37
	1,04	2,29	21,31	4,76			0,38
	0,87						
	Média	0,93	21,00	4,69	25,69	<0,01	0,38

TABELA 6 – DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DE *Pinus* e *Eucalyptus*..

ESPÉCIE	DENSIDADE BÁSICA (kg/m <sup>3</sup> )
<i>Pinus taeda</i>	327,0
<i>Eucalyptus dunni</i>	498,0

Os valores são compatíveis com os encontrados por BARRICHELO e BRITO (1976), PEREIRA *et al.* (2000), SANTINI *et al.* (2000), RIGATTO *et al.* (2004) e CIT (2007).

#### 4.2 CARACTERÍSTICAS RESIDUAIS DO COZIMENTO

Analisado o licor negro após a saída do digestor foram encontrados os seguintes valores: álcali ativo residual de 10 ( $\pm 1$ ) g/l, correspondendo a 7% do início do processo e Sulfidez de 50% ( $\pm 4\%$ ). Teor médio de sólidos contidos no licor negro de 165 g/l e pH de 12,4.

Rejeito total médio após a depuração para o *Eucalyptus dunnii* foi de 0,45% para H=1100 e 0,75% para H=400. Para o Pinus de 1,20% em H=1100.

O rendimento médio observado para o *Eucalyptus dunnii* foi de 52,3% para H=1100 e 53,9% para H=400. *Pinus* chegou a 50,9% para H=1100. Os valores são próximos aos encontrados por ANDRADE (2006), BASSA (2006), BITTENCOURT (2004), CIT (2007) e OLIVEIRA *et al.* (1981).

### 4.3 CARACTERÍSTICAS DA POLPA

#### 4.3.1 Número Kappa

O primeiro item para caracterização da polpa apresenta na TABELA 7 os números Kappa por cozimento obtido com diferentes fatores H para as amostras de *Pinus* e *Eucalyptus* e suas diferentes composições. Os valores foram obtidos de testes em duplicata e apresentados nas suas médias. A variação do número Kappa para as diferentes composições percentuais, com as mesmas condições de cozimento, demonstrou ser linear à medida que decai com o acréscimo de Eucalipto na mistura.

TABELA 7 – NÚMERO KAPPA E FATOR H PARA AS DIVERSAS AMOSTRAS DE *Pinus*, *Eucalyptus* E MISTURAS. T=170°C, AA=16% e S=25%.

Amostra	Fator H	Número Kappa
<i>Pinus taeda</i>	1100	56,0
<i>Eucalyptus dunnii</i>	1100	15,0
<i>Eucalyptus dunnii</i>	600	16,9
<i>Eucalyptus dunnii</i>	400	20,2
<i>Pinus taeda</i> 95% + <i>Eucalyptus dunnii</i> 5%	1100	53,4
<i>Pinus taeda</i> 90% + <i>Eucalyptus dunnii</i> 10%	1100	51,2
<i>Pinus taeda</i> 85% + <i>Eucalyptus dunnii</i> 15%	1100	48,7
<i>Pinus taeda</i> 80% + <i>Eucalyptus dunnii</i> 20%	1100	46,3
<i>Pinus taeda</i> 75% + <i>Eucalyptus dunnii</i> 25%	1100	44,1
<i>Pinus taeda</i> 70% + <i>Eucalyptus dunnii</i> 30%	1100	42,0

#### 4.3.2 Viscosidade

As viscosidades médias observadas nas polpas estão na TABELA 8 e foram obtidas em testes em duplicata. Os valores demonstram o grau de deslignificação a que foram submetidas no processo de cozimento.

TABELA 8 – VISCOSIDADE E FATOR H PARA AS DIVERSAS AMOSTRAS DE *Pinus*, *Eucalyptus* E MISTURAS. T=170°C, AA=16% e S=25%.

Amostra	Fator H	Viscosidade (ml/g)
<i>Pinus taeda</i>	1100	1066
<i>Eucalyptus dunnii</i>	1100	975
<i>Eucalyptus dunnii</i>	600	1095
<i>Eucalyptus dunnii</i>	400	1120
<i>Pinus taeda</i> 95% + <i>Eucalyptus dunnii</i> 5%	1100	1061
<i>Pinus taeda</i> 90% + <i>Eucalyptus dunnii</i> 10%	1100	1055
<i>Pinus taeda</i> 85% + <i>Eucalyptus dunnii</i> 15%	1100	1045
<i>Pinus taeda</i> 80% + <i>Eucalyptus dunnii</i> 20%	1100	1031
<i>Pinus taeda</i> 75% + <i>Eucalyptus dunnii</i> 25%	1100	1016
<i>Pinus taeda</i> 70% + <i>Eucalyptus dunnii</i> 30%	1100	999

#### 4.3.3 Medidas e distribuição das fibras

As fibras de *Pinus taeda* obtidas com fator H=1100 tiveram comprimento médio de 2,96 mm e 32,4 µm para o diâmetro sem refino. Refinadas a 25°SR o comprimento médio caiu para 2,78 mm e o diâmetro para 30,5 µm.



*Eucalyptus dunnii* obtidas com fator H=1100 tiveram comprimento médio de 1,16 mm e 16,5 µm para o diâmetro das fibras sem refino. Obtidas com fator H=600 tiveram comprimento médio de 0,94 mm e 16,3 µm para o diâmetro das fibras sem refino. Para fator H=400 tiveram comprimento médio de 0,91 mm e 15,7 µm para o diâmetro das fibras sem refino. O comprimento médio para estas a 25°SR foi de 0,92 mm e o diâmetro 16,5 µm.

Os valores para as composições de 0 a 30% de *Eucalyptus dunnii* em fatores de obtenção H=1100 e H=400, sem refino e a 25°SR, aparecem nas TABELAS 9 E 10. Os gráficos aparecem nas FIGURAS 4 e 5.

Todos os valores foram obtidos em equipamento computadorizado (KajaaniFiberLab-Metso).

TABELA 9 – COMPRIMENTO DAS FIBRAS DE *Pinus taeda*, *Eucalyptus dunnii* E COMPOSIÇÃO ENTRE ELES. SEM REFINO E A 25°SR.

<i>Pinus taeda</i> H1100 (%)	Sem refino(mm)	25°SR(mm) ( <i>E. dunnii</i> H1100)	25°SR(mm) ( <i>E.dunnii</i> H400)
100	2,96	2,78	2,78
95	2,80	2,69	2,59
90	2,73	2,63	2,49
85	2,63	2,45	2,42
80	2,53	2,35	2,41
75	2,39	2,25	2,36
70	2,30	2,21	2,28

FIGURA 4 – VARIAÇÃO DO COMPRIMENTO DAS FIBRAS NA COMPOSIÇÃO DE *P. taeda* (H=1100) E *E.dunnii* (H=1100 E H=400). SEM REFINO E A 25°SR.

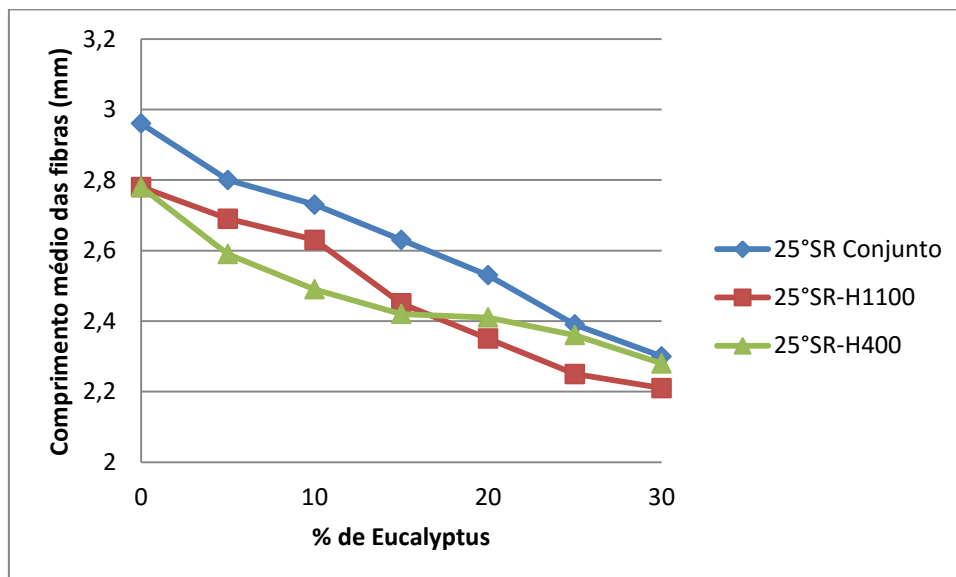
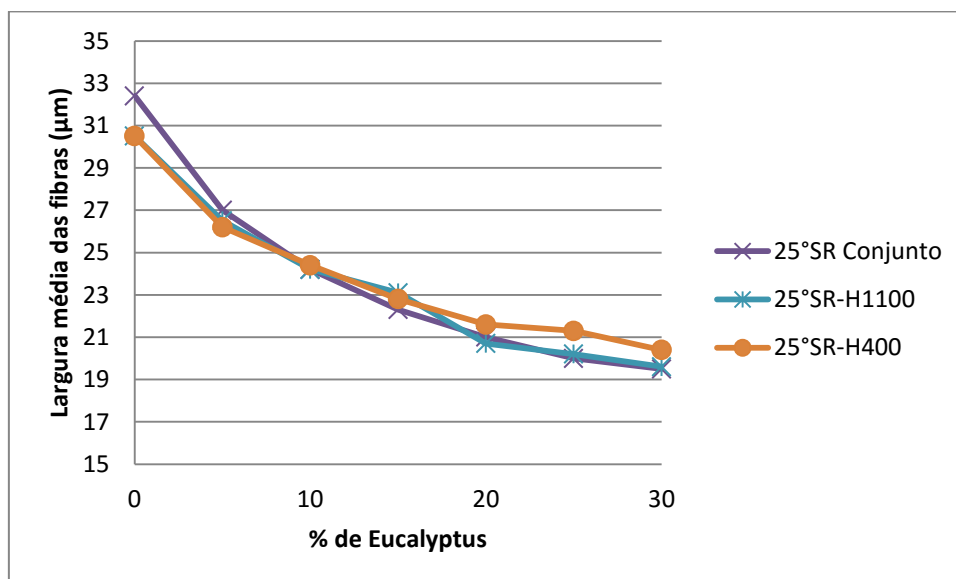


TABELA 10 – LARGURA DAS FIBRAS PARA *Pinus taeda*, *Eucalyptus dunnii* E COMPOSIÇÃO ENTRE ELES. SEM REFINO E A 25°SR.

<i>Pinus taeda</i> H1100 (%)	Sem refino ( $\mu$ m)	25°SR ( $\mu$ m) ( <i>E. dunnii</i> H1100)	25°SR ( $\mu$ m) ( <i>E. dunnii</i> H400)
100	32,4	30,5	30,5
95	27,0	26,5	26,2
90	24,2	24,2	24,4
85	22,3	23,1	22,8
80	21,0	20,7	21,6
75	20,0	20,2	21,3
70	19,5	19,6	20,4

FIGURA 5 – VARIAÇÃO DA LARGURA DAS FIBRAS NA COMPOSIÇÃO DE *P. taeda* (H=1100) E *E.dunnii* (H=1100 E H=400). SEM REFINO E A 25°SR.



#### 4.3.4 Curvas de Refino

A variação do grau Schopper-Riegler para polpa de *Pinus taeda* obtida nas condições de H=1100, AA= 16% e S=25% em função do tempo de processamento no moinho Jokro é apresentada na TABELA 11 e FIGURA 6.

Os valores obtidos para o *Eucalyptus dunnii* nas condições de H1100, H=600 e H=400, AA= 16% e S=25% estão na TABELA 12 e FIGURA 7. Os resultados para as misturas estão na TABELA 13 e FIGURA 8.

TABELA 11 – VARIAÇÃO DO GRAU SCHOPPER-RIEGLER PELO TEMPO NO MOINHO JOKRO PARA *Pinus taeda* H=1100, AA=16% E S=25%.

Tempo (min)	°SR
0	13
50	22
60	25
65	40
70	39,5

FIGURA 6 – VARIAÇÃO DO GRAU SCHOPPER-RIEGLER PELO TEMPO NO MOINHO JOKRO PARA *Pinus taeda* H=1100, AA=16% E S=25%.

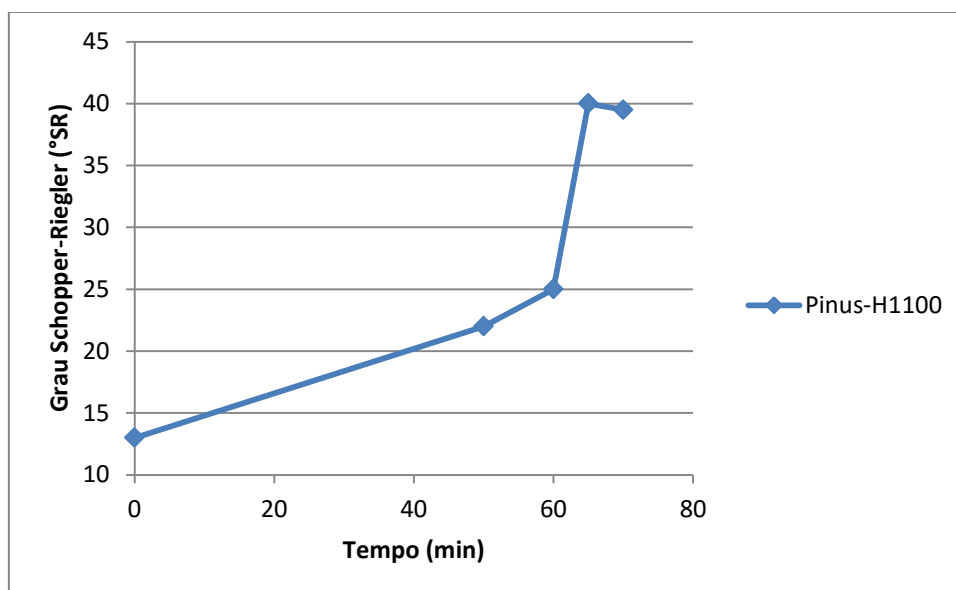


TABELA 12 – VARIAÇÃO DO GRAU SCHOPPER-RIEGLER PELO TEMPO NO MOINHO JOKRO PARA *Eucalyptus dunnii*. H=1100, AA=16% E S=25%.

Tempo (min)	H=1100 (°SR)	H=600 (°SR)	H=400 (°SR)
0	16	15,5	15
10	20	19,5	20
20	23,5	23	24
30	28,5	27	28

FIGURA 7 – VARIAÇÃO DO GRAU SCHOPPER-RIEGLER PELO TEMPO NO MOINHO JOKRO PARA *Eucalyptus dunnii*, H=1100, H=600 E H=400. AA=16% E S=25%.

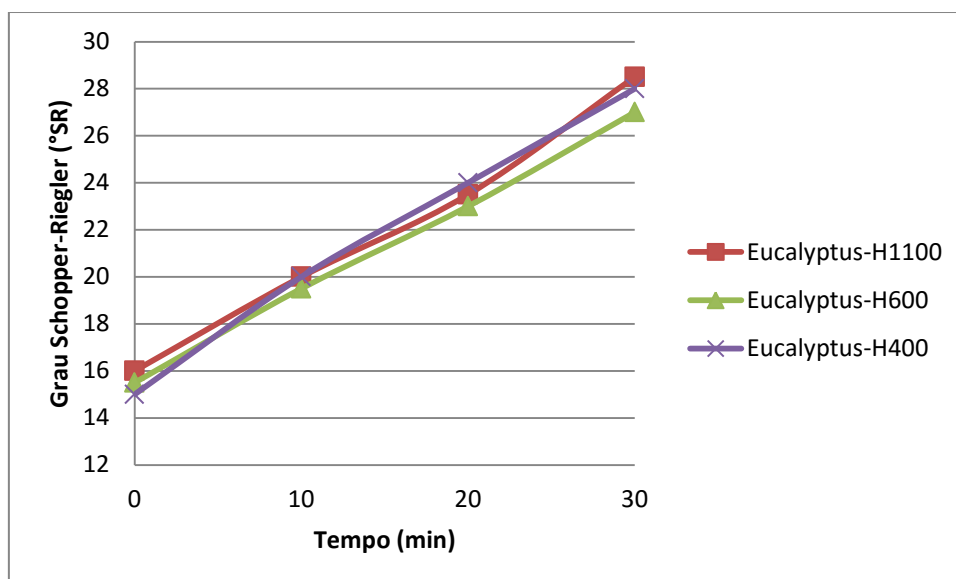
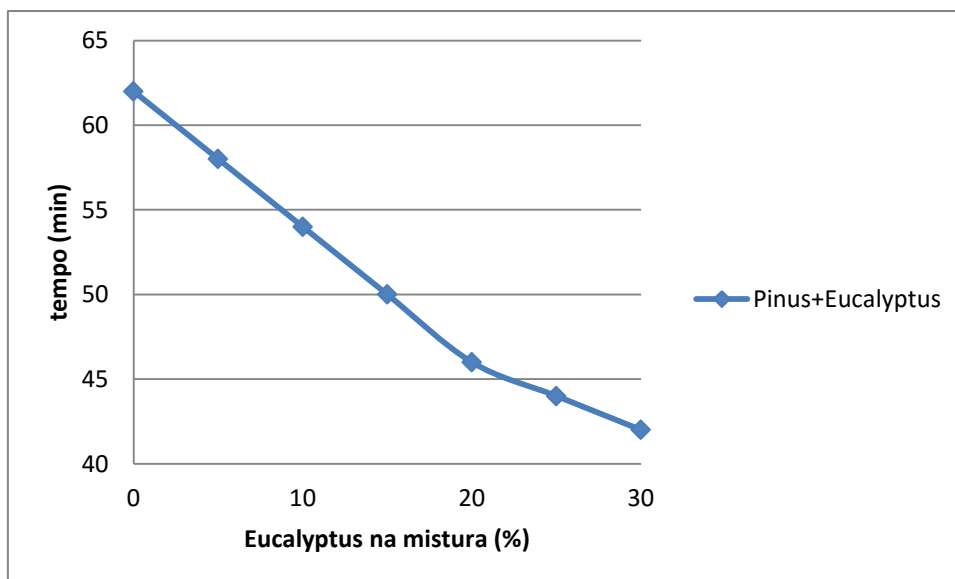


TABELA 13 – TEMPO NO MOINHO JOKRO PARA OBTENÇÃO DO 25°SR MISTURA DE *Pinus taeda* H=1100 E *Eucalyptus dunnii*, H=1100 E H=400, AA=16% E S=25%.

% de <i>Pinus taeda</i>	Tempo (min)	
	<i>Eucalyptus dunnii</i> H=1100	<i>Eucalyptus dunnii</i> H=400
95	58	58
90	54	54
85	50	50
80	46	46
75	44	44
70	42	42

FIGURA 8 - VARIAÇÃO DO TEMPO PARA OBTENÇÃO DO GRAU 25 SCHOPPER-RIEGLER PARA MISTURAS DE *Pinus taeda* E *Eucalyptus dunnii*. H=1100, AA=16% E S=25%.



Entre os resultados destacam-se os valores das propriedades obtidas em testes que tinham como objetivo a obtenção de 25°SR tido como uma referência comum na indústria e apresentados no APÊNDICE 1.

Dada a importância do grau de refinamento da polpa, o comportamento de reação direta e linear às variações de composições percentuais de *Eucalyptus dunnii* e *Pinus taeda* e também do tempo de refino permitem fácil dedução para valores intermediários no intervalo do experimento.

#### 4.4 PROPRIEDADES FÍSICAS DAS FOLHAS

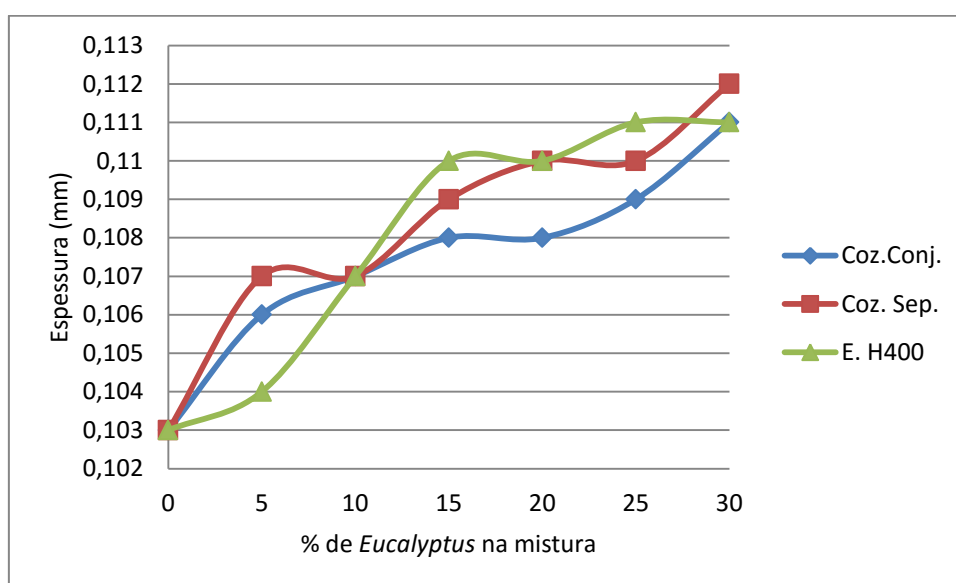
##### 4.4.1 Espessura

A espessura das folhas foi avaliada para as condições de cozimento conjunto e separado para *Eucalyptus dunnii* em condição de cozimento de H1100 e H400. Para estas condições houve a variação do percentual de fibra curta na mistura de 0 a 30%. Os resultados são mostrados na TABELA 14 e a FIGURA 9.

TABELA 14 – ESPESSURA DAS FOLHAS

<i>Pinus taeda</i> H1100 (%)	Cozimento conjunto H1100 (mm)	Cozimento separado H1100 (mm)	Cozimento separado H400 (mm)
100	0,103 a	0,103 a	0,103 a
95	0,106 b	0,107 b	0,104 ab
90	0,107 bc	0,107 bc	0,107 b
85	0,108 bc	0,109 cd	0,110 c
80	0,108 bc	0,110 de	0,110 c
75	0,109 cd	0,110 de	0,111 c
70	0,111 d	0,112 e	0,111 c

FIGURA 9 – ESPESSURA DAS FOLHAS



A espessura da folha apresentou uma tendência de aumento com o incremento das fibras curtas na composição. Não ficou caracterizada alteração nesta propriedade em função das diferentes formas de cozimento relacionado ao *Eucalyptus dunnii*.

O incremento na espessura com o aumento percentual de *Eucalyptus* na mistura deve-se à participação da fibra curta na formação da rede de entrelaçamento, tornando-a menos compacta.

#### 4.4.2 Gramatura

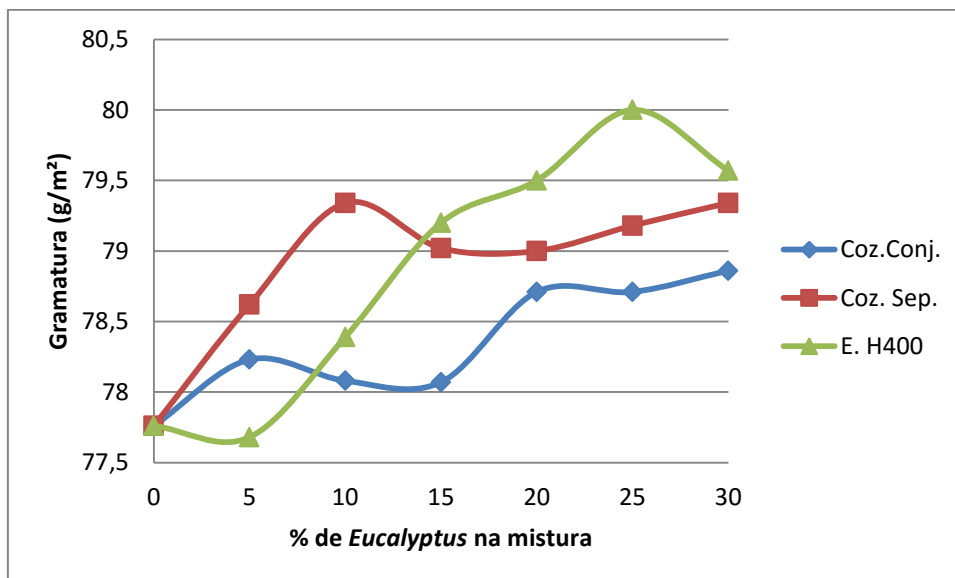
Foram avaliadas as gramaturas das folhas para as condições de cozimento conjunto e separado para *Eucalyptus dunnii* em condição de cozimento de H1100 e H400. Para estas condições houve a variação do percentual de fibra curta na mistura de 0 a 30%. Os valores estão na TABELA 15 e na FIGURA 10.

TABELA 15 – VARIAÇÃO DA GRAMATURA

<i>Pinus taeda</i> H1100 (%)	Cozimento conjunto H1100 (g/m <sup>2</sup> )	Cozimento separado H1100 (g/m <sup>2</sup> )	Cozimento separado H400 (g/m <sup>2</sup> )
100	77,76 a	77,76 a	77,76 a
95	78,23 b	78,62 ab	77,68 a
90	78,08 b	79,34 b	78,39 ab
85	78,07 b	79,02 b	79,20 bc
80	78,71 c	79,00 b	79,50 c
75	78,71 c	79,18 b	80,00 c
70	78,86 c	79,34 b	79,57 c



FIGURA 10 – VARIAÇÃO DA GRAMATURA



A gramatura mostra uma tendência a crescimento à medida que cresce a participação do *Eucalyptus dunnii*. Cabe comentar que a elaboração das folhas leva em consideração o peso seco das fibras com o objetivo da gramatura final. Após a confecção e acondicionamento a 23°C a 50% de umidade relativa do ar, as fibras curtas tendem a reter um pouco mais de água na folha, alterando o peso final.

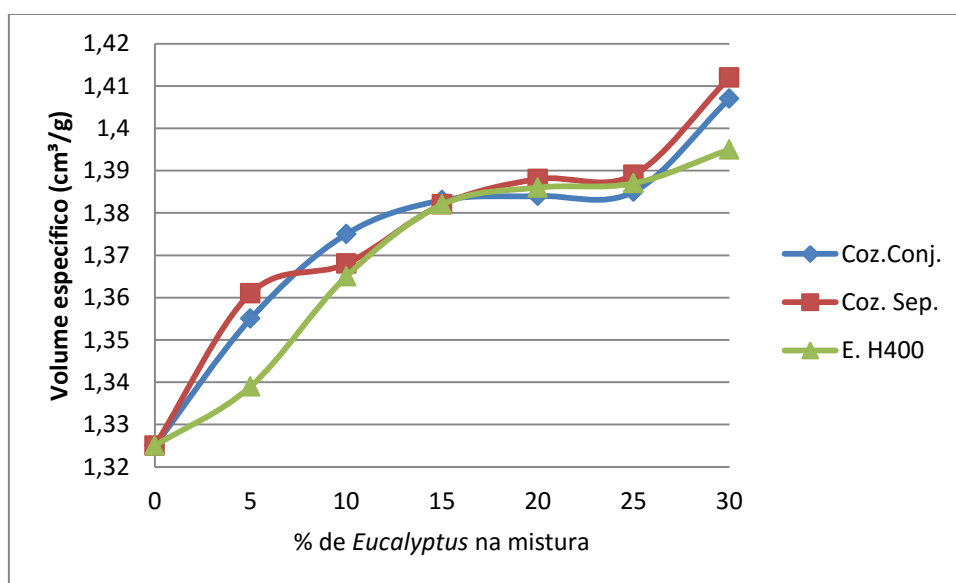
#### 4.4.3 Volume específico

Foram avaliados os volumes específicos das folhas para as condições de cozimento conjunto e separado para *Eucalyptus dunnii* em condição de cozimento de H1100 e H400. Para estas condições houve a variação do percentual de fibra curta na mistura de 0 a 30%. Os resultados estão na TABELA 16 e o gráfico da variação está na FIGURA 11.

TABELA 16 – VOLUME ESPECÍFICO

<i>Pinus taeda</i> H1100 (%)	Cozimento conjunto H1100 (cm <sup>3</sup> /g)	Cozimento separado H1100 (cm <sup>3</sup> /g)	Cozimento separado H400 (cm <sup>3</sup> /g)
100	1,325 a	1,325 a	1,325 a
95	1,355 ab	1,361 b	1,339 a
90	1,375 b	1,368 b	1,365 b
85	1,383 b	1,382 bc	1,382 b
80	1,384 b	1,388 c	1,386 bc
75	1,385 b	1,389 c	1,387 c
70	1,407 c	1,412 d	1,395 c

FIGURA 11 – VOLUME ESPECÍFICO



O volume específico é consequência direta da gramatura e espessura. Neste caso também existe uma tendência de crescimento à medida que aumenta a participação da fibra curta, que cria uma rede mais aberta. O comportamento foi indiferente à mudança do fator H relacionado ao *Eucalyptus* no processo de cozimento.

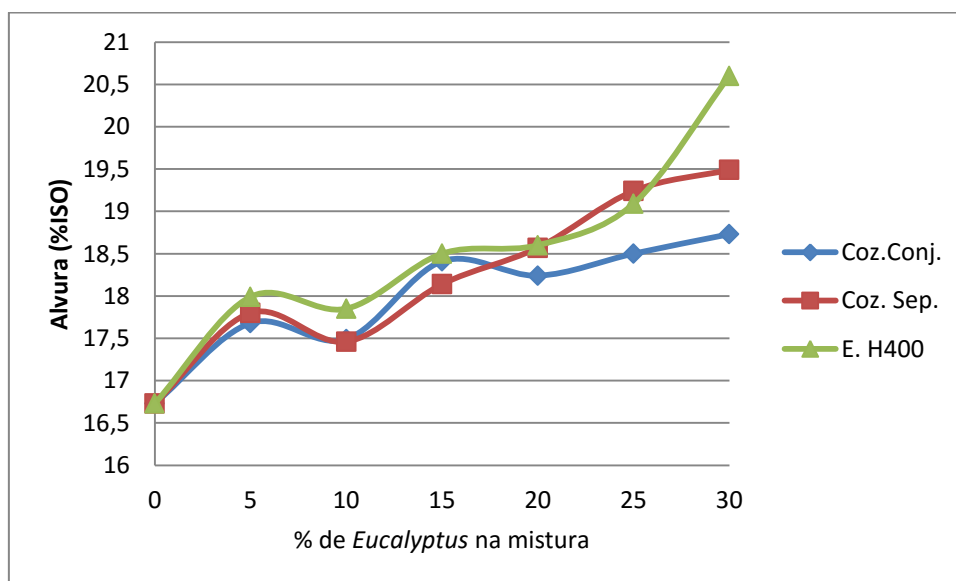
#### 4.4.4 Alvura

A alvura das folhas foi avaliada para as condições de cozimento conjunto e separado para *Eucalyptus dunnii* em condição de cozimento de H1100 e H400. Para estas condições houve a variação do percentual de fibra curta na mistura de 0 a 30%. Os valores podem ser observados na TABELA 17 e na FIGURA 12.

TABELA 17 - ALVURA

<i>Pinus taeda</i> H1100 (%)	Cozimento conjunto H1100 (%ISO)	Cozimento separado H1100 (%ISO)	Cozimento separado H400 (%ISO)
100	16,73 a	16,73 a	16,73 a
95	17,68 b	17,80 b	17,99 b
90	17,49 b	17,46 b	17,85 b
85	18,41 c	18,14 c	18,50 b
80	18,24 c	18,57 c	18,60 bc
75	18,50 d	19,24 d	19,09 c
70	18,73 d	19,49 d	20,60 d

FIGURA 12 – ALVURA



Os resultados obtidos para a alvura mostram uma tendência do crescimento desta à medida que aumenta a quantidade de *Eucalyptus dunnii* na folha. Isto se deve ao fato de que as fibras curtas conferem valores maiores de alvura às folhas obtidas dentro das condições do experimento, fato observável comparando-se os resultados de folhas compostas exclusivamente com *Pinus* ou com *Eucalyptus*.

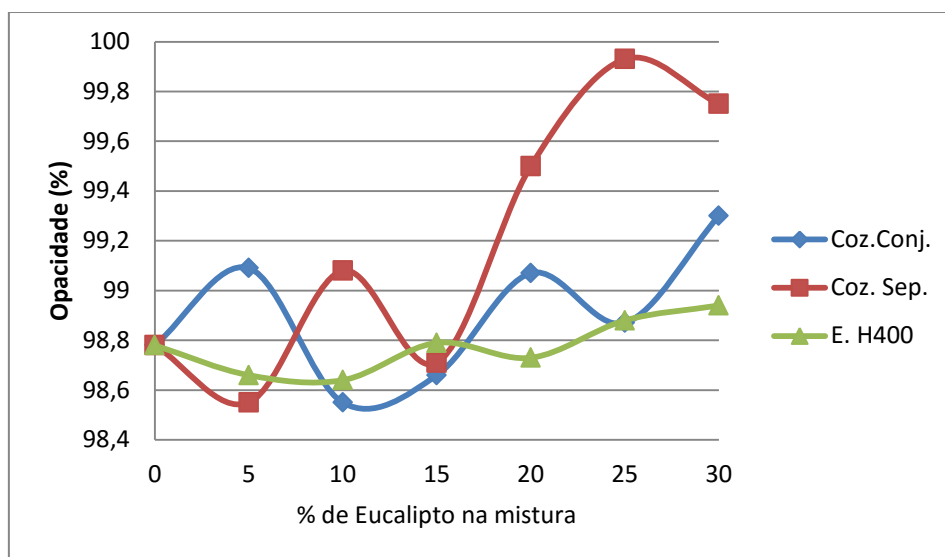
#### 4.4.5 Opacidade

A opacidade das folhas foi avaliada para as condições de cozimento conjunto e separado para *Eucalyptus dunnii* em condição de cozimento de H1100 e H400. Para estas condições houve a variação do percentual de fibra curta na mistura de 0 a 30%. Os valores são mostrados na TABELA 18 e na FIGURA 13.

TABELA 18 - OPACIDADE

<i>Pinus taeda</i> H1100 (%)	Cozimento conjunto H1100 (%)	Cozimento separado H1100 (%)	Cozimento separado H400 (%)
100	98,78 a	98,78 a	98,78 a
95	99,09 a	97,00 b	98,66 a
90	98,55 a	99,08 a	98,64 a
85	98,66 a	98,71 a	98,79 a
80	99,07 a	99,50 c	98,73 a
75	98,87 a	99,93 c	98,88 a
70	99,30 a	99,75 c	98,94 a

FIGURA 13 - OPACIDADE



A opacidade apresentou um comportamento com uma leve sensibilidade às diferenças geradas no cozimento. Enquanto o cozimento separado com o mesmo fator  $H=1100$  apresentou tendência a aumentar a opacidade confirmando estudo anterior (CIT, 2007), as outras condições estudadas não mostraram esta tendência. Destaca-se a possibilidade de que para este intervalo de participação da fibra de *Eucalyptus dunnii* na mistura, as condições de cozimento mais severas para as fibras curtas favoreçam a melhoria da propriedade.

## 4.5 PROPRIEDADES MECÂNICAS DAS FOLHAS

A seguir estão os resultados dos testes destrutivos e de resistência à passagem do ar pela folha.

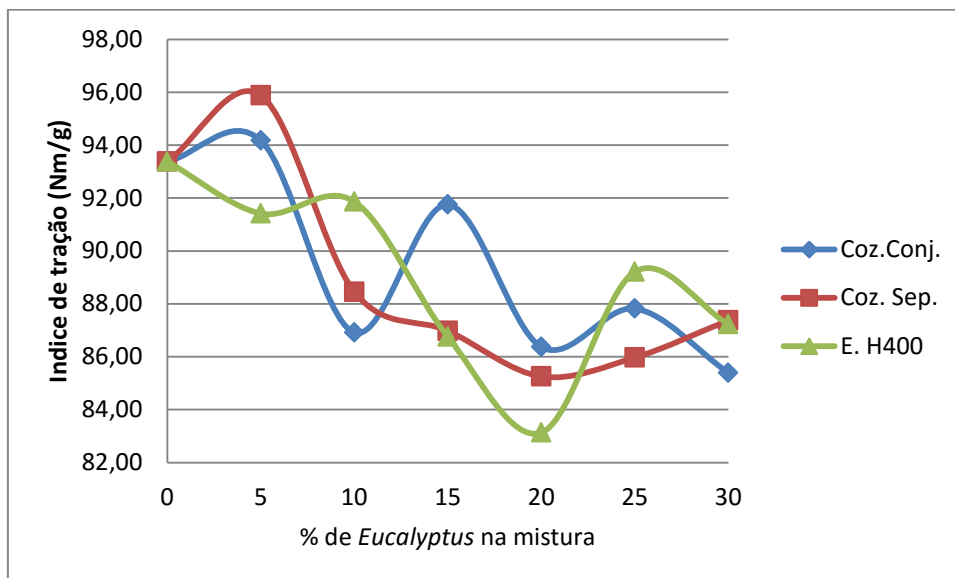
### 4.5.1 Tração

A resistência à tração das folhas foi avaliada para as condições de cozimento conjunto e separado para *Eucalyptus dunnii* em condição de cozimento de H1100 e H400. Para estas condições houve a variação do percentual de fibra curta na mistura de 0 a 30%. Os resultados dos ensaios aparecem corrigidos na forma de índices permitindo desta forma minimizar a interferência da variação de gramatura inerente ao processo de fabricação e que afeta os valores lidos diretamente no teste de tração. Eles são mostrados na TABELA 19 e na FIGURA 14.

TABELA 19 – ÍNDICE DE RESISTÊNCIA À TRAÇÃO PARA FOLHAS COMPOSTAS DE *Pinus taeda* E *Eucalyptus dunnii*.

<i>Pinus taeda</i> H1100 (%)	Cozimento conjunto H1100 (N/m)	Cozimento separado H1100 (N/m)	Cozimento separado H400 (N/m)
100	93,38 a	93,38 a	93,38 a
95	94,17 a	95,88 a	91,41 a
90	86,91 b	88,45 ab	91,86 a
85	91,75 a	86,98 b	80,76 b
80	86,37 b	85,25 b	83,13 b
75	87,82 b	85,97 b	89,21 b
70	85,39 b	87,37 b	87,23 b

FIGURA 14 – ÍNDICE DE TRAÇÃO PARA FOLHAS COMPOSTAS DE *Pinus taeda* E *Eucalyptus dunnii*.



Os resultados mostram uma tendência a reduzir os valores de índice de tração à medida que cresce a participação do *Eucalyptus dunnii* na mistura. Os resultados não indicam interferência do processo de cozimento para esta propriedade. Quer para cozimento conjunto, para separado ou em condição mais severas para o *Eucalyptus dunnii* as curvas de índice de tração mostraram diferenças estatísticas apenas nas extremidades do intervalo experimentado.

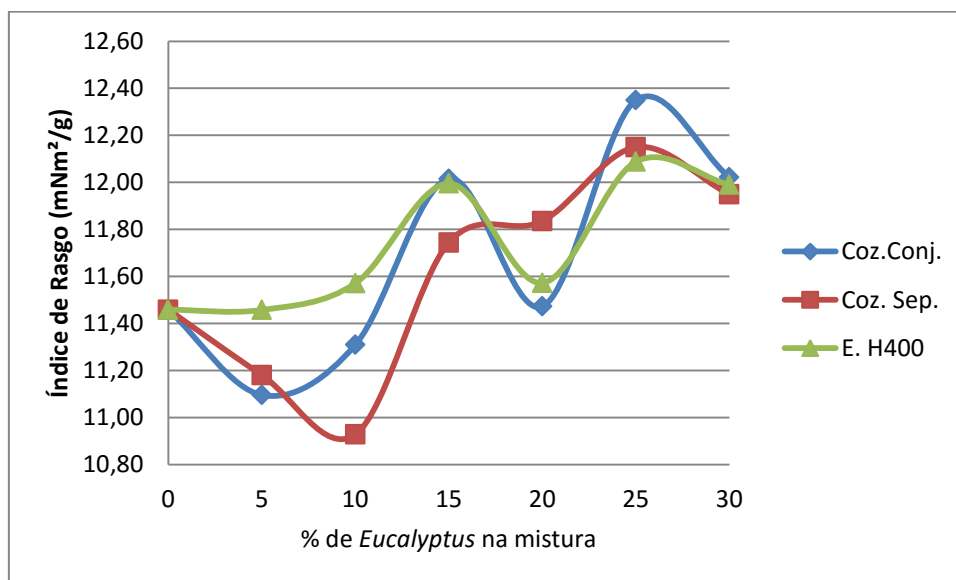
#### 4.5.2 Rasgo

A resistência ao rasgo das folhas foi avaliada para as condições de cozimento conjunto e separado para *Eucalyptus dunnii* em condição de cozimento de H1100 e H400. Para estas condições houve a variação do percentual de fibra curta na mistura de 0 a 30%. Os resultados dos ensaios aparecem na forma de índices permitindo desta forma minimizar a variação de gramatura inerente ao processo de fabricação. Os valores para a resistência ao rasgo estão apresentados na TABELA 20 e na FIGURA 15.

TABELA 20 – ÍNDICE DE RASGO PARA FOLHAS COMPOSTAS DE *Pinus taeda* E *Eucalyptus dunnii*.

<i>Pinus taeda</i> H1100 (%)	Cozimento conjunto H1100 (mN)	Cozimento separado H1100 (mN)	Cozimento separado H400 (mN)
100	11,46 a	11,46 a	11,46 a
95	11,10 a	11,18 a	11,46 a
90	11,31 a	10,93 a	11,57 a
85	12,01 b	11,74 a	11,99 ab
80	11,47 a	11,84 ab	11,57 a
75	12,35 b	12,15 b	12,09 b
70	12,02 b	11,95 b	11,99 b

FIGURA 15 – ÍNDICE DE RASGO PARA FOLHAS COMPOSTAS DE *Pinus taeda* E *Eucalyptus dunnii*.



Os resultados indicam uma tendência a aumentar os valores de índice de rasgo à medida que cresce a participação do *Eucalyptus dunnii* na mistura. Os resultados não indicam interferência do processo de cozimento para esta



propriedade. Quer para cozimento conjunto, para separado ou em condição mais severas para o *Eucalyptus dunnii* as curvas de índice de rasgo mostraram diferenças estatísticas apenas nas extremidades do intervalo experimentado. Para o rasgo, é necessário mais energia para retirar uma fibra da rede do que para rompê-la individualmente. Neste caso revela-se a contribuição do *Eucalyptus dunnii* para a melhoria da formação da rede de entrelaçamento das fibras que formam a folha.

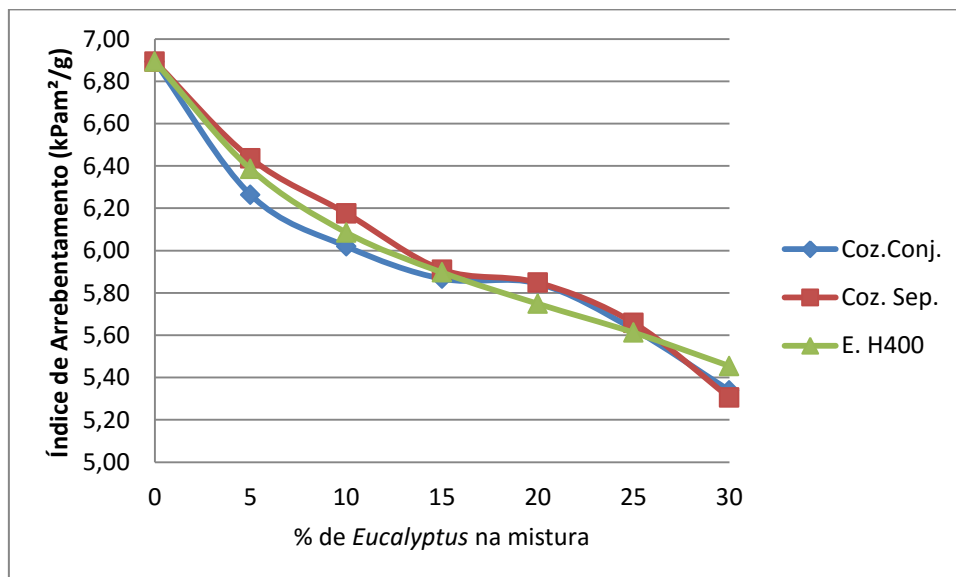
#### 4.5.3 Arrebentamento

A resistência ao arrebentamento das folhas foi avaliada para as condições de cozimento conjunto e separado para *Eucalyptus dunnii* em condição de cozimento de H1100 e H400. Para estas condições houve a variação do percentual de fibra curta na mistura de 0 a 30%. O resultado dos ensaios aparecem na forma de índices permitindo desta forma minimizar a variação de gramatura inerente ao processo de fabricação. Os valores encontrados para o arrebentamento estão na TABELA 21 e na FIGURA 16.

TABELA 21 – ÍNDICE DE ARREBENTAMENTO PARA FOLHAS COMPOSTAS DE *Pinus taeda* E *Eucalyptus dunnii*.

<i>Pinus taeda</i> H1100 (%)	Cozimento conjunto H1100 (kPa)	Cozimento separado H1100 (kPa)	Cozimento separado H400 (kPa)
100	6,89 a	6,89 a	6,89 a
95	6,26 b	6,44 ab	6,39 ab
90	6,02 b	6,18 cb	6,08 bc
85	5,87 bc	5,91 cd	5,90 bc
80	5,84 bc	5,85 cd	5,75 bc
75	5,63 bc	5,66 de	5,61 bc
70	5,34 c	5,31 e	5,45 c

FIGURA 16 – ÍNDICE DE ARREBENTAMENTO PARA FOLHAS COMPOSTAS DE *Pinus taeda* E *Eucalyptus dunnii*.



Os resultados mostram uma tendência contínua de decréscimo dos valores do índice de arrebetamento à medida que aumenta a participação do *Eucalyptus dunnii* na mistura. Houve um comportamento inverso aos valores de resistência à tração, porém as diferenças entre as médias, neste caso, deixa mais clara a variação ao longo do intervalo estudado.

A proximidade entre as curvas revela que os índices não foram afetados pelas diferentes condições de cozimento.

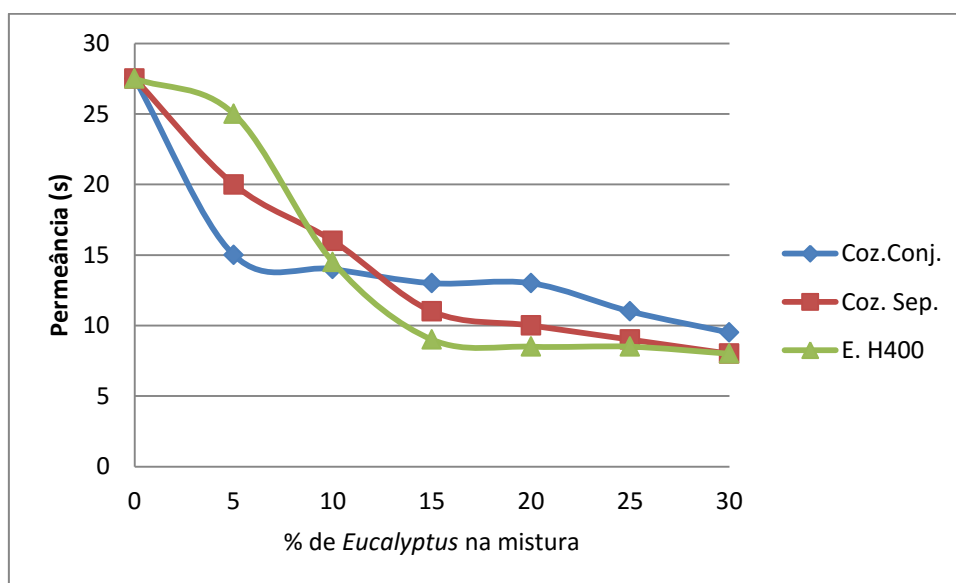
#### 4.5.4 Permeância ao ar (Gurley)

A permeância das folhas foi avaliada para as condições de cozimento conjunto e separado para *Eucalyptus dunnii* em condição de cozimento de H1100 e H400. Para estas condições houve a variação do percentual de fibra curta na mistura de 0 a 30%. Os resultados estão na TABELA 22 e na FIGURA 17.

TABELA 22 – PERMEÂNCIA AO AR

<i>Pinus taeda</i> H1100 (%)	Cozimento conjunto H1100 (s)	Cozimento separado H1100 (s)	Cozimento separado H400 (s)
100	27,5 a	27,5 a	27,5 a
95	15 b	20 b	25 a
90	14 bc	16 c	14,5 b
85	13 bc	11 d	9 c
80	13 bc	10 d	8,5 c
75	11 bc	9 d	8,5 c
70	9,5 c	8 d	8 c

FIGURA 17 – PERMEÂNCIA AO AR



O comportamento medido da permeância ao ar revelou o aumento da possibilidade de passagem de ar pela folha à medida que aumenta a quantidade de fibras curtas na mistura. Tal tendência reflete, no intervalo estudado, a influência do *Eucalyptus dunnii* na formação da rede de entrelaçamento de fibras que forma o papel, gerando gradativamente mais espaços em uma análise tridimensional.

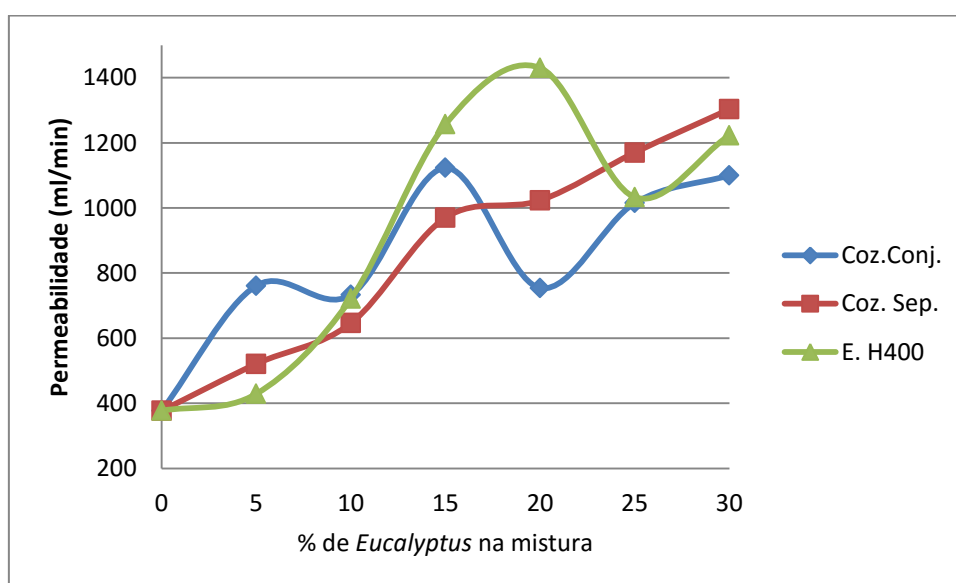
#### 4.5.5 Permeabilidade

A permeabilidade das folhas foi avaliada para as condições de cozimento conjunto e separado para *Eucalyptus dunnii* em condição de cozimento de H1100 e H400. Para estas condições houve a variação do percentual de fibra curta na mistura de 0 a 30%. A seguir os valores na TABELA 23 e na FIGURA 18.

TABELA 23 - PERMEABILIDADE

<i>Pinus taeda</i> H1100 (%)	Cozimento conjunto H1100 (ml/min)	Cozimento separado H1100 (ml/min)	Cozimento separado H400 (ml/min)
100	377 a	377 a	377 a
95	761 ab	521 a	429 ab
90	733 ab	646 ab	721 ac
85	1123 b	970 bc	1257 cd
80	754 ab	1023 c	1430 c
75	1015 b	1170 c	1033 bcd
70	1100 b	1303 c	1223 cd

FIGURA 18 – PERMEABILIDADE



Assim como a permeância, a permeabilidade apresentou diferença estatística entre os extremos do intervalo estudado, evidenciando a influência do *Eucalyptus dunnii* na composição. Os valores numéricos são inversos, pois a permeância é medida em segundos para a passagem do ar e a permeabilidade como a quantidade de ar passando por segundo. A dispersão das médias dentro do intervalo para cada curva mostra a diferente sensibilidade do dispositivo de medição em relação ao teste de permeância. A redução dos espaços vazios entre as fibras na rede que forma a folha aumenta a permeância e diminui a permeabilidade.

## 4.6 ENSAIOS COM VARIAÇÃO DA UMIDADE NA FOLHA

A seguir apresentam-se os resultados da avaliação efetuada sobre as folhas compostas de *Pinus taeda* e de 15, 20, 25 e 30% de *Eucalyptus dunnii*. Os teores de umidade nas folhas variaram em 0, 5, 8, 12 e 20% (base seca).

### 4.6.1 Avaliação visual das folhas rompidas

O método de observação de imagens apresentado neste texto pretende fornecer a possibilidade de uma avaliação qualitativa sobre as áreas de ruptura das folhas compostas, em testes de rasgo, tração e arrebentamento e sob diferentes condições de umidade do corpo de provas. A observação do registro fotográfico permite conclusões sobre as condições de ruptura das fibras e de abertura da rede, que são os principais responsáveis pelas diversas resistências aos esforços a que as folhas foram submetidas. À medida que o teor de umidade na folha aumenta, diminui a quantidade de fibras rompidas e aumenta a abertura da rede até o momento da falência da estrutura. Portanto a maior ou menor dependência da resistência intrínseca da fibra ou do número de ligações de hidrogênio que garanta a integridade da rede fica evidenciado pela comparação entre a imagem e o incremento ou decremento no valor de resistência do ensaio.

As imagens apresentadas são de folhas compostas exclusivamente de *Pinus taeda* ou de *Eucalyptus dunnii* testados para a tração, estouro e rasgo. Elas aparecem sem escala ou dimensão devido ao propósito comparativo da análise.

Para o ensaio de resistência ao rasgo é possível observar que a evolução ao longo da variação de umidade da folha de *Eucalyptus dunnii* demonstra que para umidade 0% praticamente não se observa rompimento de fibras, ao contrário do *Pinus taeda* onde a rede resiste e um grande número de fibras aparece rompido (FIGURAS 23, 24, 25 e 26). Ao atingir umidade de 20% a rede formada pelo *Pinus* atinge uma situação onde a ruptura da folha se dá praticamente apenas pela abertura da rede, sem quebra das fibras (FIGURAS 31, 32, 33 e 34). Fica evidente a abertura da rede neste caso.

Nas imagens do ensaio de tração observa-se, ao longo da variação de umidade da folha no *Eucalyptus dunnii*, a maior ocorrência de ruptura das fibras desde a umidade 0% (FIGURAS 27, 28, 29 e 30). Para o Pinus a rede parece resistir melhor a este esforço do que ao rasgo (FIGURAS 35, 36, 37 e 38). É possível observar na sequência de acréscimo de umidade a abertura gradual da rede formada pelas fibras. Com teores mais baixos a rede resiste mais, transmitindo os esforços de resistência para as fibras, que acabam se rompendo. Este comportamento sugere a possibilidade, não explorada neste trabalho, de uma avaliação quantitativa relacionando a quantidade de fibras rompidas em determinada área, área ou distância de abertura da rede (valores A, C, E, G nas figuras), área ou distância de fibras expostas (valores B, D, F, H nas figuras) e valores de resistência do papel.

FIGURA 19 – FOLHA DE *Eucalyptus dunnii* COM UMIDADE DE 0% SUBMETIDA AO RASGO.

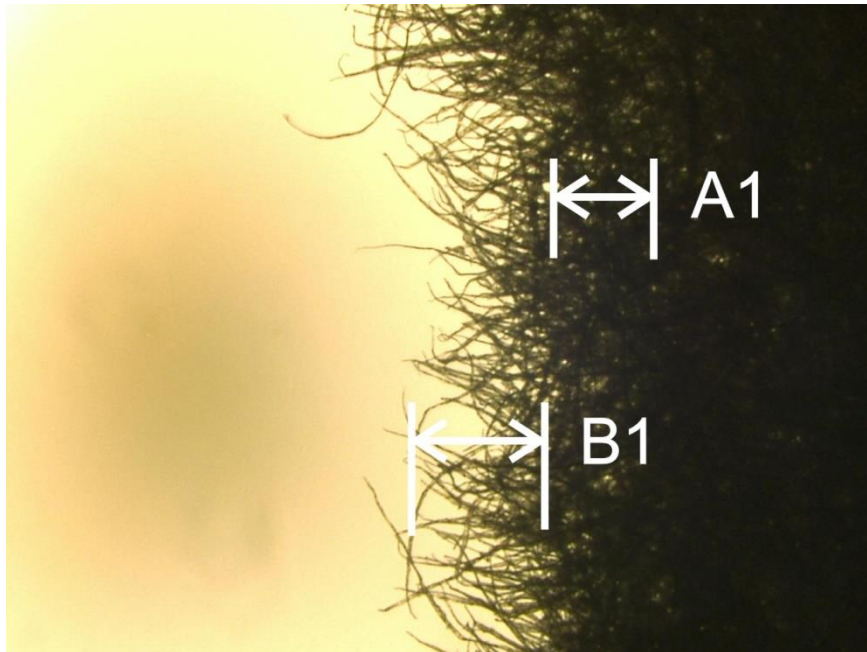


FIGURA 20 – FOLHA DE *Eucalyptus dunnii* COM UMIDADE DE 5% SUBMETIDA AO RASGO.





FIGURA 21 - FIGURA 10 – FOLHA DE *Eucalyptus dunnii* COM UMIDADE DE 12% SUBMETIDA AO RASGO.

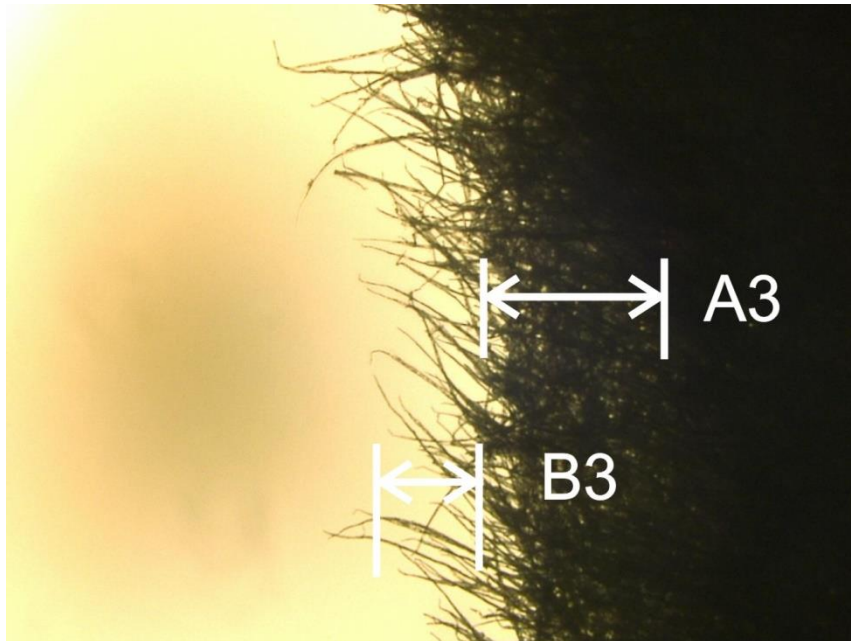


FIGURA 22 - FOLHA DE *Eucalyptus dunnii* COM UMIDADE DE 20% SUBMETIDA AO RASGO.

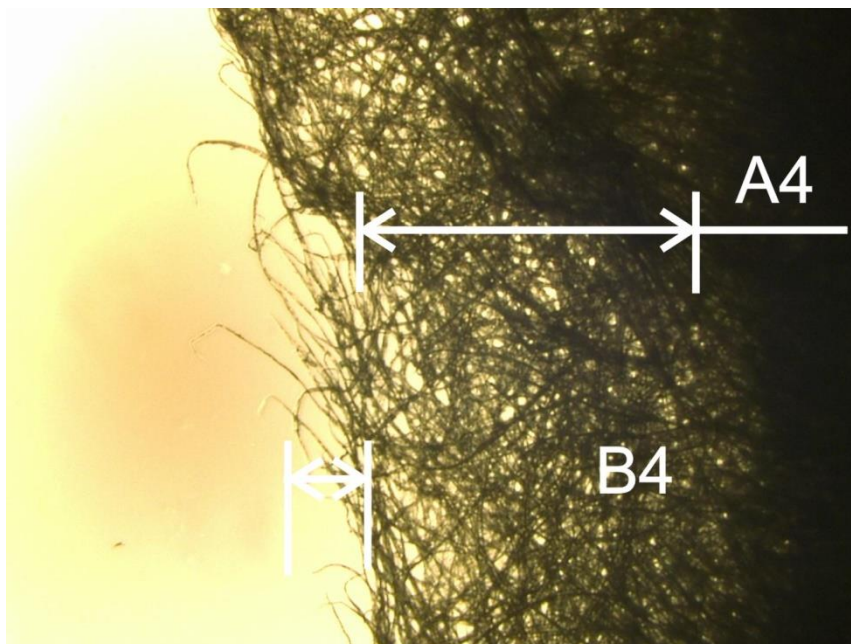


FIGURA 23 – FOLHA DE *Eucalyptus dunnii* COM UMIDADE DE 0% SUBMETIDA À TRAÇÃO.

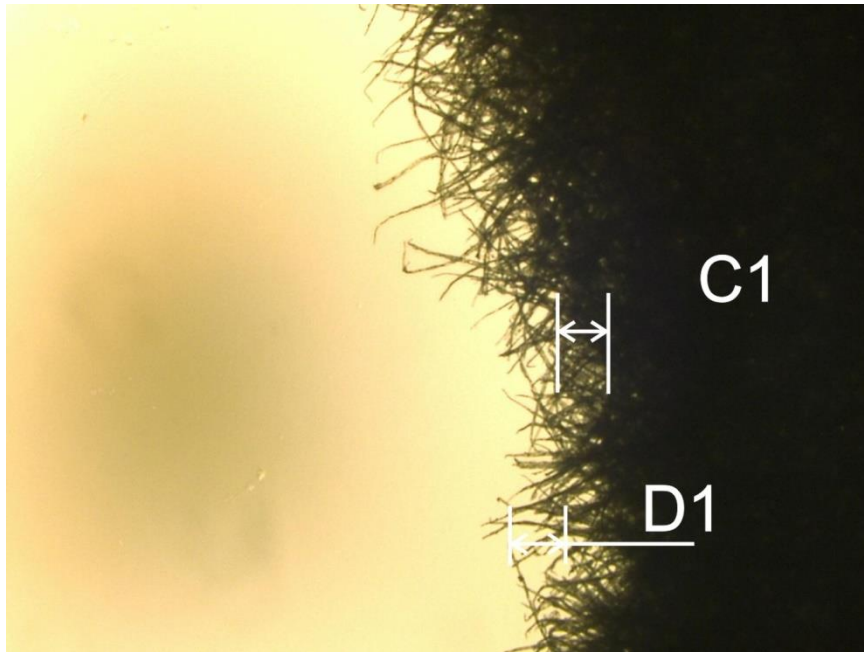


FIGURA 24 - FOLHA DE *Eucalyptus dunnii* COM UMIDADE DE 5% SUBMETIDA À TRAÇÃO.

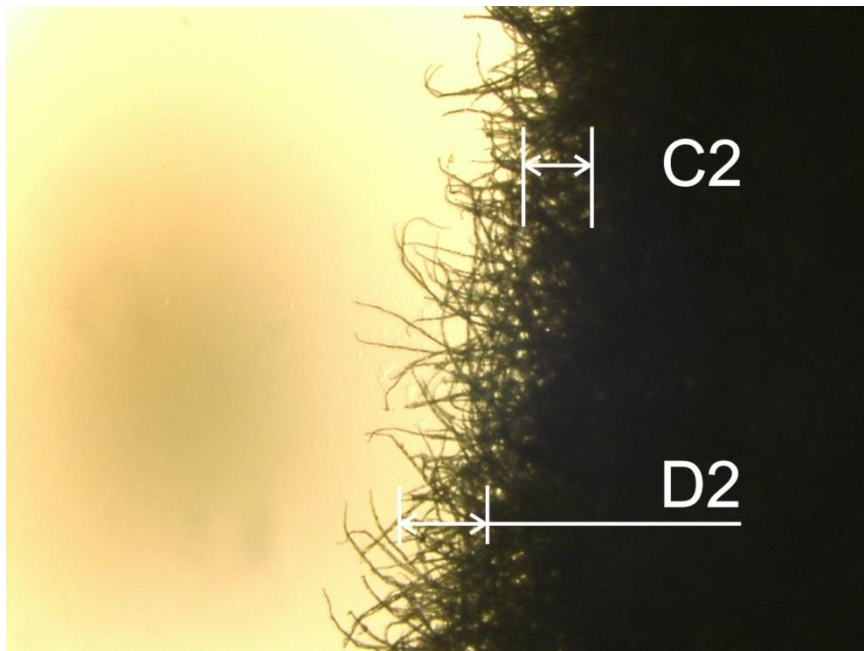


FIGURA 25 - FOLHA DE *Eucalyptus dunnii* COM UMIDADE DE 12% SUBMETIDA À TRAÇÃO.

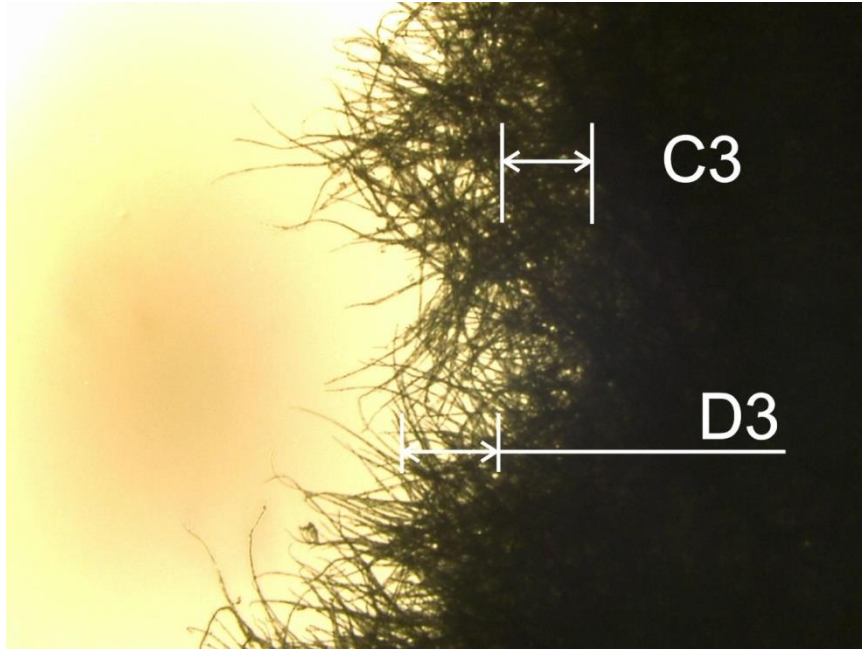


FIGURA 26 - FOLHA DE *Eucalyptus dunnii* COM UMIDADE DE 20% SUBMETIDA À TRAÇÃO.

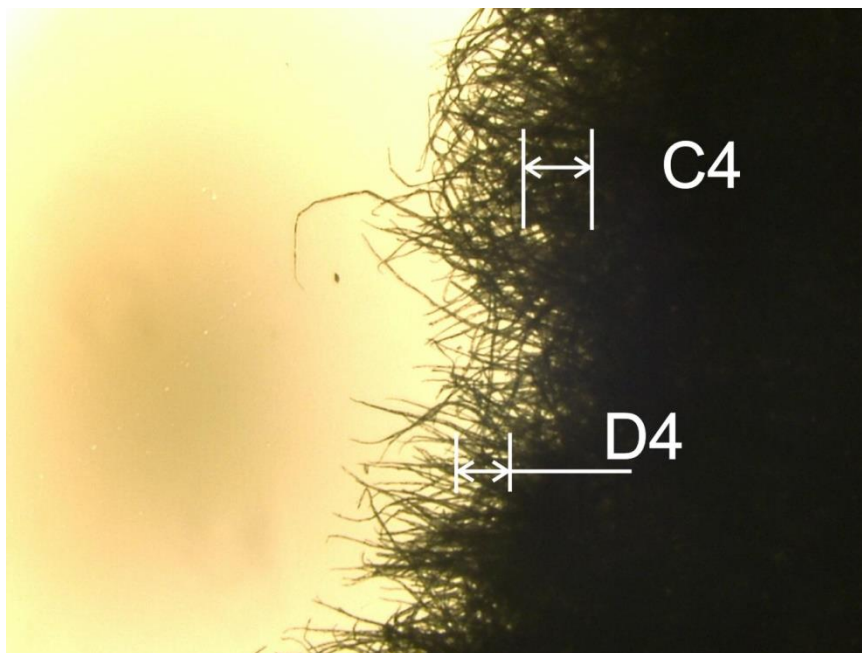




FIGURA 27 - FOLHA DE *Pinus taeda* COM UMIDADE DE 0% SUBMETIDA AO RASGO

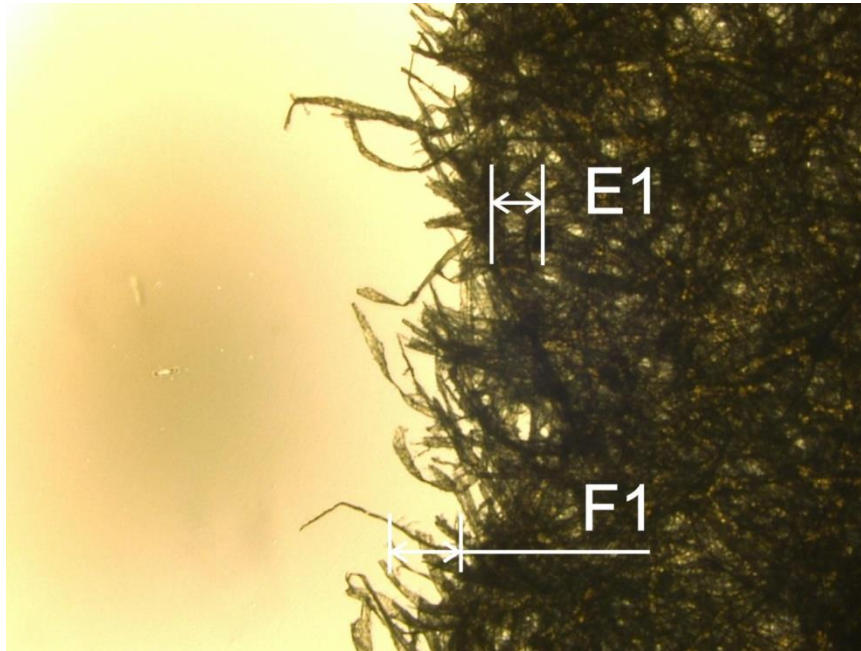


FIGURA 28 - FOLHA DE *Pinus taeda* COM UMIDADE DE 5% SUBMETIDA AO RASGO

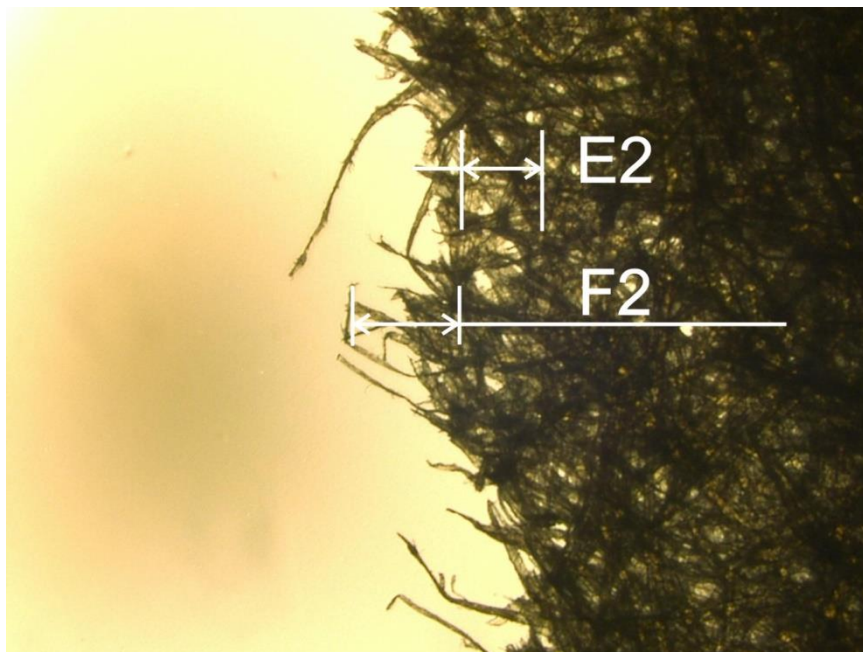


FIGURA 29 - FOLHA DE *Pinus taeda* COM UMIDADE DE 12% SUBMETIDA AO RASGO

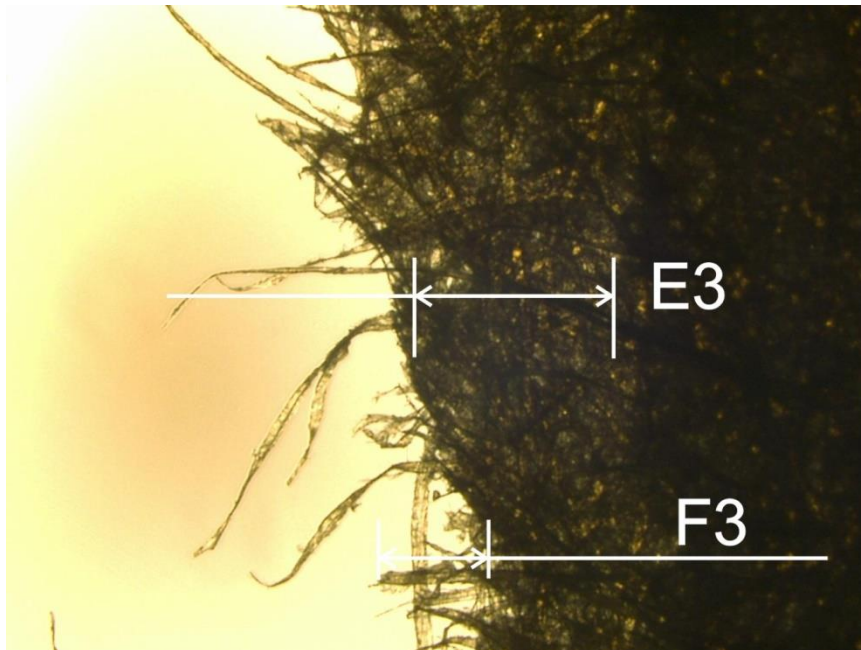


FIGURA 30 - FOLHA *Pinus taeda* COM UMIDADE DE 20% SUBMETIDA AO RASGO

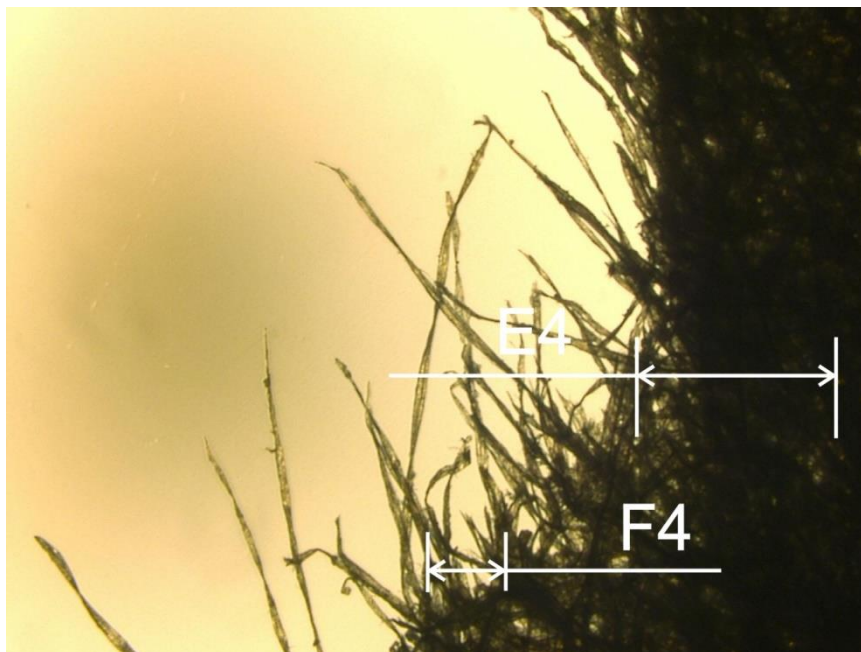


FIGURA 31 - FOLHA DE *Pinus taeda* COM UMIDADE DE 0% SUBMETIDA À TRAÇÃO.

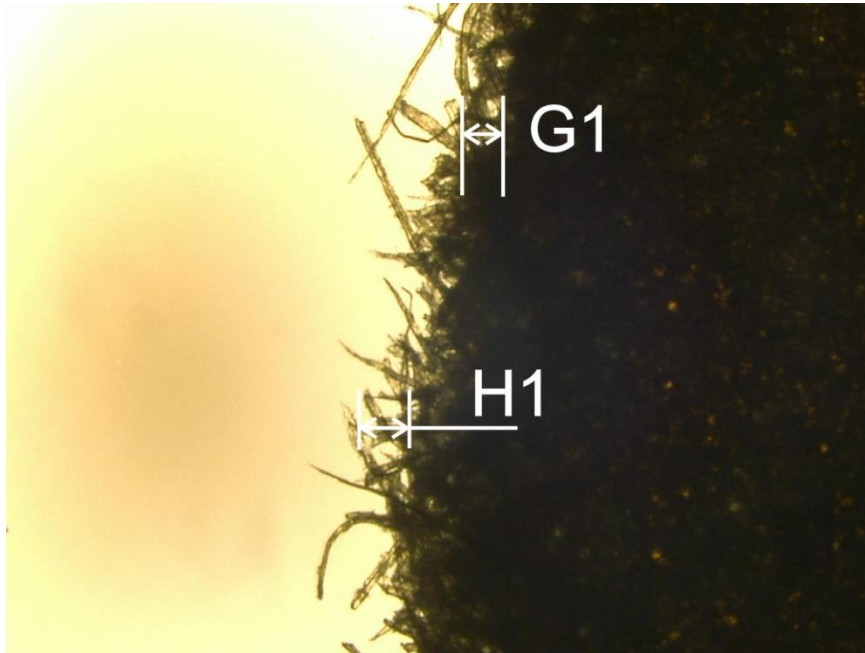


FIGURA 32 - FOLHA DE *Pinus taeda* COM UMIDADE DE 5% SUBMETIDA À TRAÇÃO.

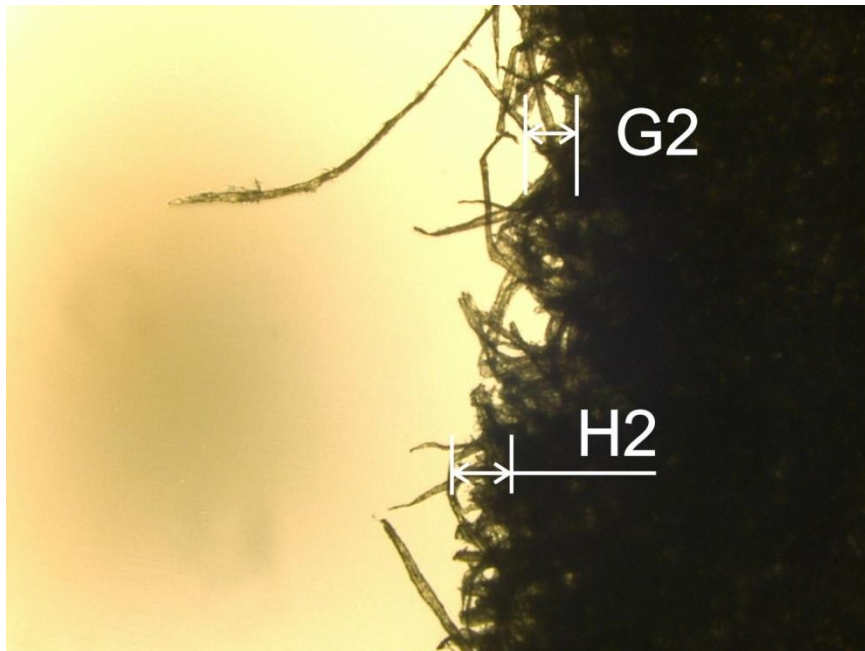




FIGURA 33 - FOLHA DE *Pinus taeda* COM UMIDADE DE 12% SUBMETIDA À TRAÇÃO.

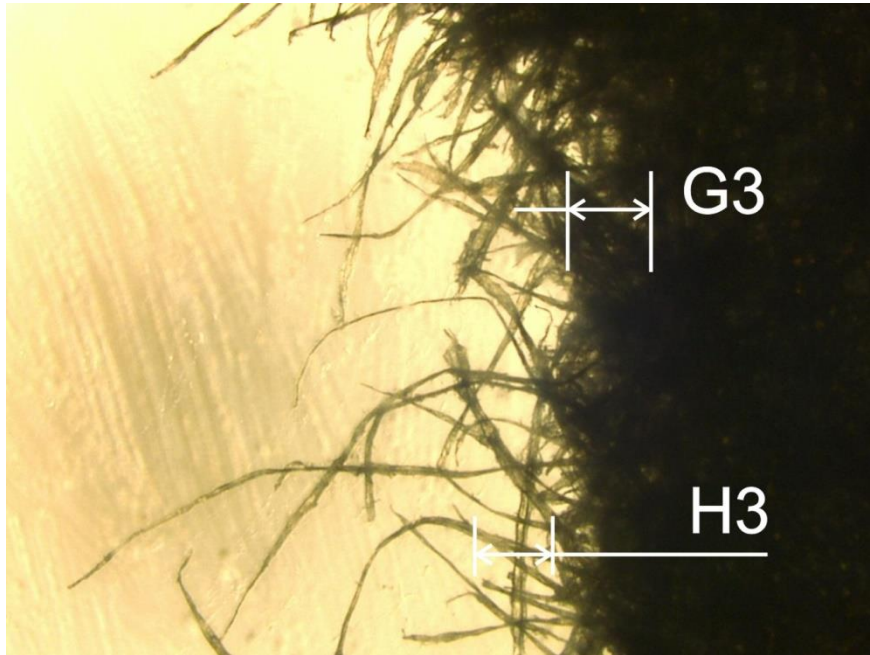


FIGURA 34 - FOLHA DE *Pinus taeda* COM UMIDADE DE 20% SUBMETIDA À TRAÇÃO.



#### 4.6.2 Tração e Alongamento

O ensaio de tração foi realizado com a variação de umidade das folhas em 0, 5, 8, 12 e 20% (em relação ao peso seco) em folhas compostas de 100% de *Eucalyptus dunnii*, 100% de *Pinus taeda* e para misturas contendo *Eucalyptus dunnii* mais 70, 75, 80 e 85% de *Pinus taeda*. As FIGURAS 35 e 36 mostram os valores para os ensaios de tração e alongamento, a análise estatística está no APÊNDICE 2.

FIGURA 35 – CURVAS DA VARIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO COM A VARIAÇÃO DA UMIDADE DA FOLHA.

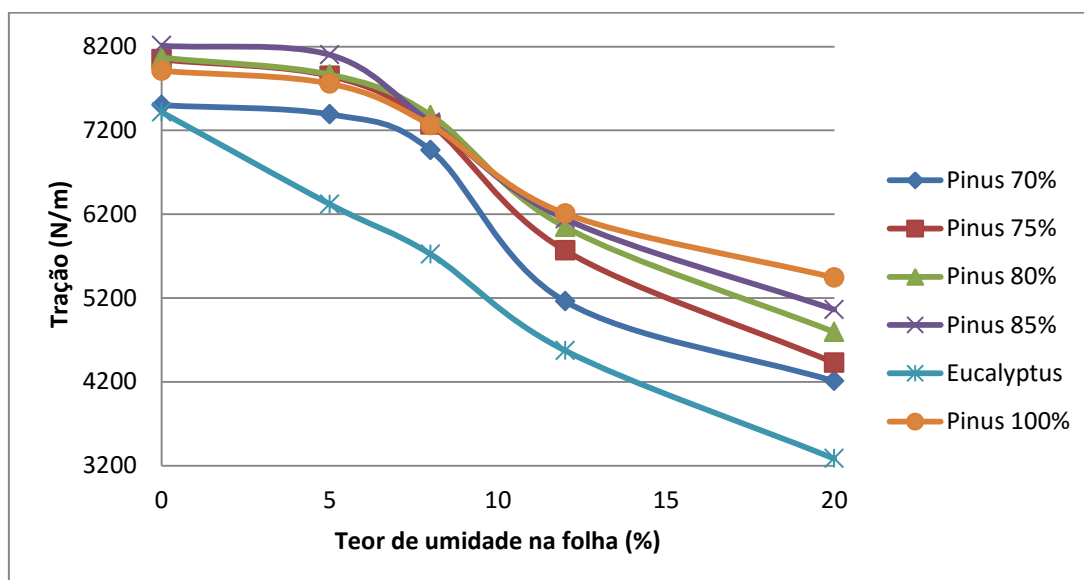
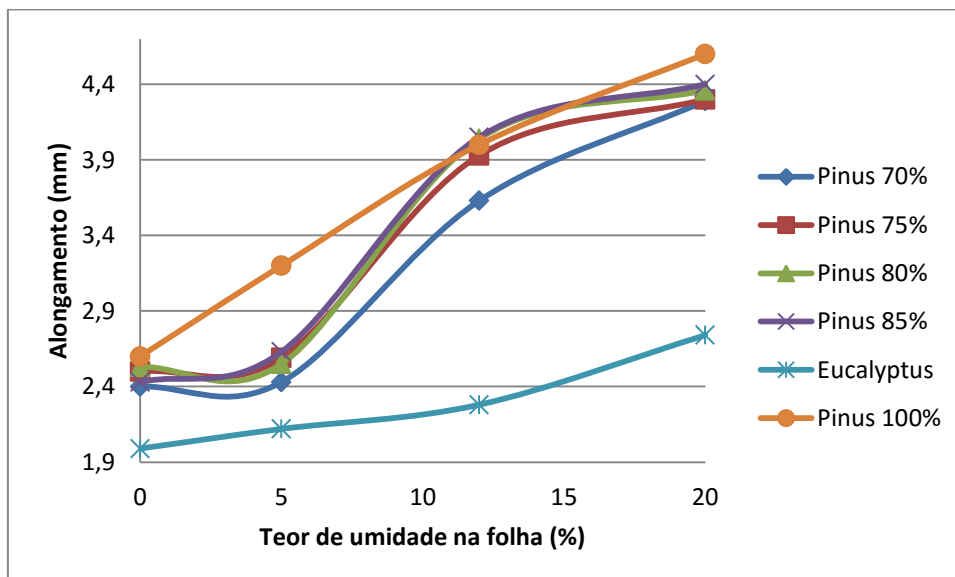




FIGURA 36 - CURVAS DA VARIAÇÃO DO ALONGAMENTO NO ENSAIO DE TRAÇÃO COM A VARIAÇÃO DA UMIDADE DA FOLHA.



Os resultados obtidos nos ensaios de resistência à tração mostram um decréscimo de valores à medida que o teor de umidade das folhas ensaiadas aumentou, indicando um predomínio do fator de configuração e resistência da rede de fibras sobre a resistência intrínseca destas na determinação da propriedade.

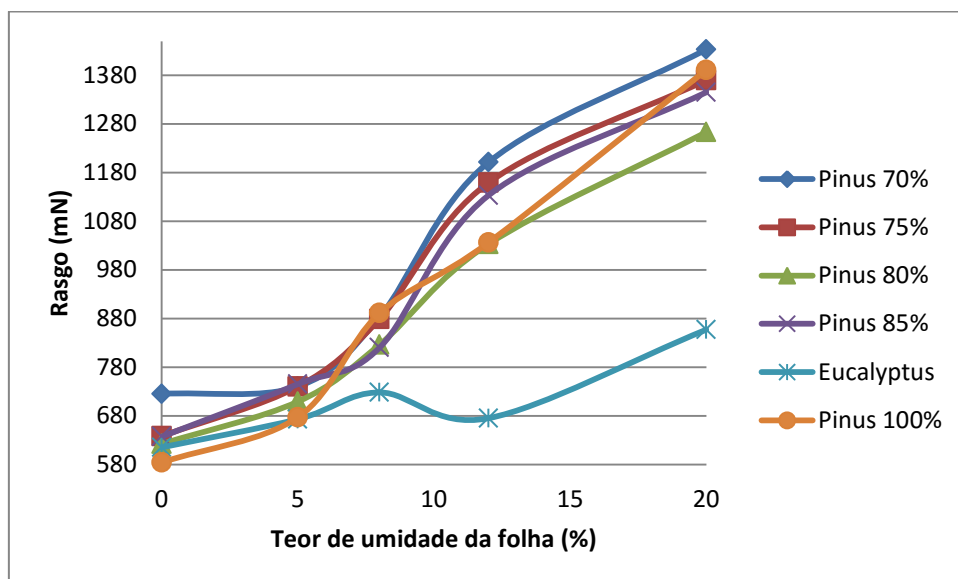
À medida que se elevaram os teores de umidade houve um acréscimo nos valores de alongamento. A variação contínua desta propriedade é resultado da flexibilização da trama de fibras que permite uma deformação crescente com o aumento da umidade. Reforça neste caso a importância do comportamento da rede de fibras para resultados superiores de alongamento.

#### 4.6.3 Rasgo

O ensaio de resistência ao rasgo foi realizado com a variação de umidade da folha em 0, 5, 8, 12 e 20% (em relação ao peso seco) em folhas compostas de 100% de *Eucalyptus dunnii*, 100% de *Pinus taeda* e para misturas contendo *Eucalyptus*

*dunnii* mais 70, 75, 80 e 85% de *Pinus taeda*. A FIGURA 37 mostra os valores para os ensaios de rasgo, a análise estatística está no APÊNDICE 2.

FIGURA 37 - CURVAS DA VARIAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO RASGO COM A VARIAÇÃO DA UMIDADE DA FOLHA.



Comparativamente às folhas obtidas apenas com *Eucalyptus dunnii*, as composições com *Pinus* apresentam uma melhoria mais acentuada à medida que cresce o teor de umidade na folha. Isto indica claramente a importância da resistência da fibra sobrepondo-se à boa formação da rede, para esta propriedade.

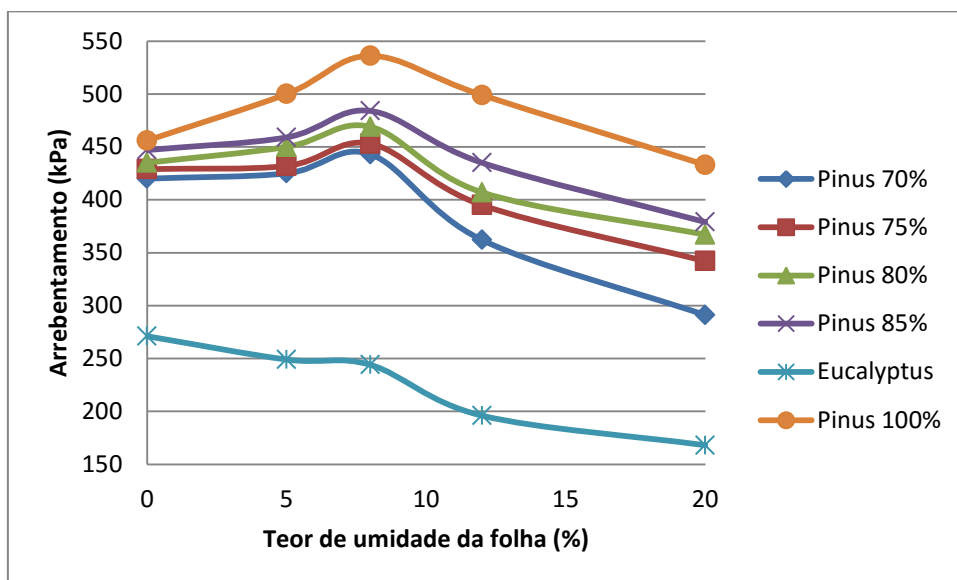
Para cada uma das diferentes condições de umidade propostas no experimento a variação de composição percentual entre *Pinus taeda* e *Eucalyptus dunnii* mostrou resultados semelhantes ao da curva de variação de propriedade nas condições normalizadas de ensaio a 23°C e 50% de umidade relativa do ambiente.

Como o aumento da umidade na folha implica na diminuição da coesão entre as fibras da rede, o afastamento dos valores obtidos no ensaio na condição mais úmida sugere a participação eficiente do *Eucalyptus dunnii* na formação desta rede, no intervalo de misturas experimentado.

#### 4.6.4 Arrebentamento

O ensaio de arrebentamento foi realizado com a variação de umidade das folhas em 0, 5, 8, 12 e 20% (em relação ao peso seco) em folhas compostas de 100% de *Eucalyptus dunnii*, 100% de *Pinus taeda* e para misturas contendo *Eucalyptus dunnii* mais 70, 75, 80 e 85% de *Pinus taeda*. A FIGURA 38 mostra os valores para os ensaios de arrebentamento, a análise estatística está no APÊNDICE 2.

FIGURA 38 - CURVAS DA VARIAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO ARREBENTAMENTO COM A VARIAÇÃO DA UMIDADE DA FOLHA.



Para todas as composições com Pinus testadas o arrebentamento teve seu melhor resultado para as condições normais de acondicionamento, ou seja, perto de 8% de umidade na folha. Apenas as folhas compostas exclusivamente com *Eucalyptus dunnii* obtiveram seu valor máximo a 0% e decresceram constantemente à medida que a umidade subiu. O resultado sugere que a resistência ao arrebentamento depende fortemente do entrelaçamento das fibras na rede e de uma

combinação equilibrada com a resistência intrínseca da fibra. Para o Pinus valores de umidade da folha abaixo de aproximadamente 8% revelam a participação da resistência intrínseca da fibra no aumento da resistência ao arrebentamento. A mudança de tendência (neste caso a aproximadamente 8% de umidade) sugere que existe um equilíbrio nas duas componentes: rede e resistência das fibras.

## 5. CONCLUSÕES

- Ficaram demonstradas pelas propriedades analisadas ao longo do trabalho que as fibras de *Eucalyptus dunnii* M. têm comportamento físico, químico e dimensional compatível com a produção de papéis compostos de qualidade.
- A opção por determinadas propriedades dentre as composições demonstradas depende dos objetivos de qualidade e aplicação do papel. Não há uma piora nem melhora generalizada das propriedades.
- Além dos objetivos de aplicação do papel devem ser levados em consideração os fatores econômicos como preço relativo das matérias primas e características de equipamento e leiaute das unidades de fabricação.
- A avaliação das propriedades de tração, rasgo e arrebatamento com as folhas submetidas a diferentes graus de umidade, permitiu observar o balanço entre resistência intrínseca das fibras e formação da rede de fibras que compõem o papel. Tais informações podem auxiliar o processo de fabricação e seleção de fibras, visando a melhoria de uma determinada propriedade.
- Observou-se um decréscimo da resistência ao arrebatamento com a adição crescente do *Eucalyptus dunnii*.
- Observou-se um decréscimo da resistência à tração com a adição crescente do *Eucalyptus dunnii*.
- Observou-se um acréscimo da resistência ao rasgo com a adição crescente do *Eucalyptus dunnii*.
- Houve aumento da espessura e da gramatura à medida que se aumentou o percentual de *Eucalyptus dunnii*.

- A alvura e opacidade melhoraram com o aumento do *Eucalyptus dunnii* na mistura.
- Permeância caiu e a permeabilidade cresceu com a adição de percentual maior de *Eucalyptus dunnii*.
- A série executada de refinamentos das fibras em moinho Jokro com o objetivo de determinar o tempo de processamento relacionado a um determinado grau de refino, reconhecidamente de grande influência em todas as propriedades testadas, permite uma visualização introdutória da alteração destas propriedades, incluídas no APENDICE 1.
- Não houve a comprovação de que o cozimento separado, entre *Pinus taeda* e *Eucalyptus dunnii*, agregaria valores significativos às propriedades testadas. Ficaram indicativos de que tal melhoria poderia acontecer se as matérias primas fossem refinadas separadamente, o que não ocorreu neste estudo.
- O registro microfotográfico permite a análise qualitativa dos mecanismos de interatividade entre fibras e evidenciar a reação às forças que levam à ruptura do papel. Tal método pode se aproximar de uma avaliação quantitativa com o dimensionamento da área aberta na rede e a contagem das fibras rompidas. Um estudo futuro pode dar conta de correlacionar numericamente estes valores com algumas propriedades.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABTCP, **Curso de refinação da pasta celulósica**. Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Guaíba, 1999. 68p.

\_\_\_\_\_, **Curso sobre refinação da pasta celulósica**. Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. São Paulo, 2001. 87p.

ANDRADE, A. S. **Qualidade da madeira, celulose e papel em *Pinus taeda* L.: Influência da Idade e Classe de Produtividade**. Curitiba, 2006. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

ANNIKKI, H.; LEVLIN, J.E.; HANNU, P. **Principles and methods in pulp characterization: basic fiber properties**. In: EUCEPA CONFERENCE, 24., 1990, Stockholm. **Proceedings ...**Stockholm: The Swedish Association of Pulp and Paper Engineers, 1990. p. 174-187.

ARLOV, A. P. **Eating and blending of bleached softwoods and hardwoods pulps**. In: EUCEPA Symposium, European TAPPI Joint Meeting. Estocolmo, set. 1962.

BARRICHELO, L.E.G. e BRITO, J.O. **A madeira das espécies de eucalipto como matéria prima para a indústria de celulose e papel**. PNDU/FAO/IBDF/BRA. Brasília, 1996. 145p.

\_\_\_\_\_. **Química da madeira**. Piracicaba, SP, ESALQ, 1985. 125p.

BARRICHELO, L. E. G. e FOELKEL, C. E. B. **Mistura de celuloses de *Eucalyptus saligna* e *Pinus caribea* var. *caribea***. IPEF, n.10, 1995. p 63-76.

---

\_\_\_\_\_. **Estudos para a produção de celulose sulfato de seis espécies de eucalipto.** IPEF, n.12, 1996. p 77-95.

BASSA, A. G. M. C. **Misturas de madeiras de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus globulus* e *Pinus taeda* para produção de celulose Kraft através do processo Lo-Solids®.** Piracicaba, 2006.169f. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queirós.

BASSA, A.G.M.C. DUARTE, F.A.S. SILVA Jr, F.G. SACON, M. **The effect of alkali charge on *Eucalyptus* spp. Kraft pulping.** TAPPI Engineering, Pulping, and Environmental Conference. 2006.

BIERMANN, C.J. **Handbook of pulping and papermaking.** Academic Press. 2 ed.San Diego, 1996. 754p.

BITTENCOURT, E. **Parâmetros de otimização no processo de fabricação de celulose e papel.** Curitiba. 2004. 61f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná.

BOLAND, D.J.; BROOKER, M.I.H.; CHIPPENDALE, G.M.; HALL, N.; HYLAND, B.P.M.; JOHNSTON, RD.; KLEINIG, D.A.; TURNER, J.D. **Forest trees of Australia.** Melbourne: Nelson-CSIRO, 1984.

BRACELPA. Associação Brasileira de Celulose e Papel. Disponível em <http://www.bracelpa.org.br> .

BUGAJER, J. KUAN, G. S. S. **Comportamento das misturas de pastas celulósicas de eucalipto e pinho na fabricação de papel.** In: CONGRESSO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL, 1980, São Paulo. ANAIS... São Paulo: ABCP, 1980. p. 53-65.



BURGER, L. M. e RICHTER, H. G. **Anatomia da madeira**. Nobel. São Paulo, 1991. 154 p.

CARTER, M. E. **Essential Fiber Chemistry**. Marcel Dekker Inc. New York, 1971. 216p.

CIT, E. J. **Qualidades da folha de polpa Kraft em diferentes proporções de *Pinus taeda* L. e *Eucalyptus dunnii* M.** Curitiba, 2007. 67f. Dissertação (Mestrado) apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências agrárias da Universidade Federal do Paraná.

CLARK, J. A. **Pulp Technology and Tratment for Paper**. Miller Freeman Inc. San Francisco, 1978. 752 p.

CHEN, R.; GARCEAU, J. J.; KOKTA, B. V. **Hardwood mixed with softwood in kraft pulping**. TAPPI, Atlanta, v.61, n.7, p 35-38, 1978.

D'ALMEIDA, M. L. O. . **Celulose e papel** . vol 1. São Paulo, 1981.

\_\_\_\_\_. **Celulose e papel** . vol 2. São Paulo, 1982.

\_\_\_\_\_. **Viscosidade de uma pasta celulósica e a resistência do papel formado**. O Papel, p. 39-42, ago. 1986.

DINWOODIE, J. M. **The relationship between fiber morphology and paper properties: a review of literature**. Tappi, Vol 48 n.8, August 1965. p 440-447.

**EMBRAPA.** Disponível em: [www.embrapa.br](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pinus/CultivodoPinus/03_2_pinus_taeda.htm)  
[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pinus/CultivodoPinus/03\\_2\\_pinus\\_taeda.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pinus/CultivodoPinus/03_2_pinus_taeda.htm).

FELLERS, C. HTUN, M. **Paper: Structure and Properties**. International fiber science and technology. Vol 8. Edited by BRISTOW, J. A. e KOLSETH, P. New York, 1986. Marcel Dekker Inc..

FOELKEL, C. E. E. e BARRICHELO, L. E. G. **Variação nas propriedades físico-mecânicas da celulose Kraft de *Araucaria angustifolia* quando substituída parcialmente por celulose sulfato de *Eucalyptus saligna***. 7ª convenção anual da ABCP, São Paulo, 1974. Trabalhos Técnicos. p. 131-135.

---

\_\_\_\_\_. **Mistura de celulose de *Eucalyptus saligna* e *Pinus caribaea* var. *caribaea***. IPEF, n. 10. Piracicaba, 1975. p 63-76.

GARLET, V. N. ANDRIOTTI, V. e SACON, V. **Misturas de fibras curtas e longas: influência das fibras de eucalipto nas propriedades do papel**. In: CONGRESSO ANUAL DE CELULOSE E PAPEL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL, São Paulo, 1991. 37-51 p.

HAPPEY, F. **Applied Fiber Science**. Vol 3. London, 1979. Academic press Inc. 553 p.

HART, P. W. NUTTER, D. E. **Use of cold tolerant eucalyptus species as a partial replacement for southern mixed hardwoods**. TAPPI JOURNAL Vol. 11 nº7, 2012.

HART, P. W. **Differences in juvenile *Pinus taeda* (Loblolly Pine) grown in Santa Catarina, Brazil and the Southern United States**. TAPPI Engineering, Pulping & Environmental Conference. Memphis Tennessee. October 2009.

HIGA, R. C. V. **Avaliação e recuperação de *Eucalyptus dunnii* Maiden atingidos por geadas em Campo do Tenente, PR**. Curitiba, 1998. 108f. Tese (Doutorado) apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências agrárias da Universidade Federal do Paraná.

HIGA, A.R.; TREVISAN, R.; SOUZA, M.V.R. **Comportamento de 20 espécies de *Eucalyptus* em área de ocorrência de geadas na região sul do Brasil.** In: CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTUS (1997. Salvador) Anais. Colombo: IUFRO, 1997. p.106-110.

HOLLMARK, H. RIGDAHL, M. **Paper: Structure and Properties.** International fiber science and technology. Vol 8. Edited by BRISTOW, J. A. e KOLSETH, P. New York, 1986. Marcel Dekker Inc..

KLINE, J.E. **Paper and paperboard, manufacturing and converting fundamentals.** San Francisco. ed.2, 245p. 1991.

KLOCK, U. **Qualidade da madeira juvenil de *Pinus maximinoi* H. E. Morre.** Curitiba. 2000. 297f. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná.

\_\_\_\_\_. **Química da madeira.** Fupef. Curitiba, 2006. 3 ed. 82p.

\_\_\_\_\_. **Polpa e papel.** Fupef. Curitiba, 1998. 129p.

KLOCK, U.; SILVA, D. A.; ANDRADE, A. S.; BITTENCOURT, E.; MOCELIN, E.Z. **Propriedades do papel Kraft feito a mão a partir de *Pinus maximinoi* H. E. Moore e *Pinus taeda* L.** Congresso Iberoamericano de Investigación em Celulosa y Papel, 2002.

KOLLMANN, F. F. P. e COTÉ, W. A. **Principles of wood science and technology: solid wood.** Vol 1. Springer-Verlag. New York , 1968. 592 p.

LAVIGNE, J. R. **Pulp and Paper Dictionary.** Miller Freeman Books. San Francisco, 1993. 435 p.

MacRAE, S., COTTERILL, P. P. **Genetically Eengineering High Yield, High Quality Eucalyptus Wood Fiber**. TAPPI, Breaking the Pulp Yield Barrier Symposium Proceedings, 1998.

MAGATON, A.S. COLODETT, J.L. et al. **Eucalyptus wood quality and its impact on kraft pulp production and use**. TAPPI JOURNAL. August, 2009.

MENDES, L. M.; IWAKIRI, S.; MATOS, J. L. M.; KEINERT, S.; SALDANHA, L. K. ***Pinus* spp. na produção de painéis de partículas orientadas (OSB)**. Ciência Florestal. Santa Maria, 2002. v. 12, n. 2, p. 135-145.

MIMMS, A. **Kraft pulping, a compilation of notes**. TAPPI PRESS. ed.2. Atlanta, 1993. 181 p.

MUÑIZ, G. I. B.; CORADIN V. R. **Normas de procedimentos em estudo de anatomia da Madeira: I . Angiospermae, II . Gimnospermae**. Brasília: Laboratório de Produtos Florestais (Série Técnica, 15), 1991.

NEVELL, T.P.; ZERONIAN, S.H. **Celulose chemistry and its applications**. New York: John Wiley & Sons, 1985.

NISGOSKI, S. **Espectroscopia no infravermelho próximo no estudo de características da madeira e papel de *Pinus taeda* L.** Curitiba. 2005. 160f. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná.

OLIVEIRA, J.G. **Programa de melhoramento de *Eucalyptus* spp. na Rigesa**. In: SIMPÓSIO BILATERAL BRASIL-FINLÂNDIA SOBRE ATUALIDADES FLORESTAIS. Anais...Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1988. p. 155-161.

OLIVEIRA, R. C.; FOELKEL, C.E.B.; GOMIDE, J. L. **Misturas de madeiras de *Pinus strobus* var. *chiapensis* e *Eucalyptus urophylla* na polpação Kraft**.

O Papel, São Paulo, v 42, n.1, pp67-78, jan. 1981.

PEREIRA, J. C. D.; STURION, J. A.; HIGA, A. R.; HIGA, R. C. V.; SHIMIZU, J. Y. **Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. Documentos, 38. 113p.

PETTERSEN, R.C. The chemical composition of wood. **The chemistry of solid wood**. Washington, American Chemical Society, 1984. p.54-126.

RIGATO, P. A.; DEDECEK, R. A.; MATOS, J. L. M. **Influência dos atributos do solo sobre a qualidade da madeira de *Pinus taeda* para produção de celulose kraft**. R. Árvore. Viçosa, 2004. v 28. n 2. p 267-373.

ROWELL, R. M. **The Chemistry of Solid Wood**. Washington, 1984. American Chemical Society. 614 p.

SACON, V.; MENOCELLI, S.; RATNIEKS, E. **Misturas de polpas brasileiras com o eucalipto**. In: CONGRESSO ANUAL DE CELULOSE E PAPEL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. São Paulo. ABTCP, 1994. p. 463-473.

SANTINI, E. J. HASELEIN, C. R. GATTO, D. A. **Análise comparativa das propriedades físicas e mecânicas da madeira de três coníferas de florestas plantadas**. Ciência Florestal, v.10, n.1, p.85-93, 2000.

SCOTT, W. E.; ABBOTT, J. C.; TROSSET, S. **Properties of paper: an introduction**. 2 ed TAPPI PRESS. Atlanta, 1995. 191p.

SJÖSTRÖM E., ALÉN R. Analytical methods in wood chemistry, pulping and papermaking. Springer-Verlag. Berlin, 1999. 316 p.

SJÖSTRÖM, E. **Wood Chemistry: fundamentals and applications**. Academic Press. London, 1993. 2<sup>nd</sup> ed. 293p.

SMOOK, G. A. **Handbook for pulp & paper technologists**. 2<sup>nd</sup>. Angus Wilde Publications Inc. Vancouver, 1992. 419p.

STAMM, A. J. **Wood and cellulose science**. The Ronald Press Company. New York, 1964. 549p.

SVEDMAN, M. TIKKA, P. LUHTANEN, M. **Effects of softwood morphology and chip thickness on pulping with a displacement kraft batch process**. TAPPI JOURNAL. VOL. 81: NO. 7 , 1998.

TSOUMIS, G. **Science and technology of wood: structure, properties, utilization**. New York, Van Nostrand Reinold, 1991. 494 p.

VAN DEN AKKER, I. A. et al. **TAPPI**. New York, 1958. 416p.

WHITE, D.E. COURCHENE, C. McDONOUGH, T. SCHIMLECK, L. PETER, G. RAKESTRAW, J. GOYAL, G. **Effects of Loblolly Pine Wood and Pulp Properties on Sheet Characteristics**. TAPPI JOURNAL. February, 2011.

WILLER FERREIRA, G.; VIEIRA GONZAGA, J.; FOELKEL, C. E. B. et al. **Qualidade da celulose Kraft antraquinona de *Eucalyptus dunnii* plantado em cinco espaçamentos em relação ao *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna***. Ciência Florestal, Santa Maria, v 7, n.1, 1997, p 41-63.

YOUNG, J. H. **Pulp and paper: chemistry and chemical technology**. 3 ed. John Wiley& Sons. New York, 1980. 1446 p.

## APÊNDICE 1 – Tempo de Refino x Propriedades

TESTING PROTOCOL									
Name	Pinus taeda								
Viscosity	1066	ml/g	Kappa number		56	Brightness		21,89	%ISO
Opacity 80g/m <sup>2</sup>	42,83	%	Absorption coefficient	k	16,02	m <sup>2</sup> /Kg	Scattering coefficient	s	23,81 m <sup>2</sup> /Kg
Consistency pulp									
Weigh pulp	dry				moist				
Beating method									
Beating time					0	min			
Disintegration					2	min		Mean values	
Deg. Schopper-Riegler			12,5	°SR			13,5	°SR	13 °SR
Sheet designation	1	2		3		4			
Weight	2,58	g	2,6	g	2,58	g	2,56	g	
Grammage	81,39	g/m <sup>2</sup>	82,02	g/m <sup>2</sup>	81,39	g/m <sup>2</sup>	80,76	g/m <sup>2</sup>	81,39 g/m <sup>2</sup>
Thickness	0,148	mm	0,148	mm	0,144	mm	0,14	mm	0,145 mm
Specific Volume	cm <sup>3</sup> /g		cm <sup>3</sup> /g		cm <sup>3</sup> /g		cm <sup>3</sup> /g		cm <sup>3</sup> /g
Permeability	ml/min		ml/min		ml/min		ml/min		ml/min
Roughness	1207	ml/min	957	ml/min	952	ml/min	986	ml/min	981 ml/min
Gurley	s		s		s		s		s
Tensile Strength	3251	N/m	2787	N/m	3037	N/m	3138	N/m	
	3371	N/m	2695	N/m	3393	N/m	3056	N/m	
	3145	N/m	2683	N/m	3165	N/m	3062	N/m	
Mean values	N/m		N/m		N/m		N/m		3065 N/m
Breaking Length	km		km		km		km		3,84 km
Burst Strength	202	kPa	208	kPa	195	kPa	207	kPa	
	212	kPa	216	kPa	202	kPa	193	kPa	205 kPa
Burst Strength Index	kPa.m <sup>2</sup> .g		Burst area				m <sup>2</sup>		
Tear Strength	(x) Elmendorf: Tear Strength read in mN								
	( ) Brecht-Imset: Tear Strength read in mN.m/m								
Measured value									
	1529		1468		2107		1427		1632
Notes									
	Date			Signature					

TESTING PROTOCOL									
Name	Pinus taeda								
Viscosity	1066	ml/g	Kappa number		56	Brightness		16,16	%ISO
Opacity 80g/m <sup>2</sup>	98,49	%	Absorption coefficient	k	15,56	m <sup>2</sup> /Kg	Scattering coefficient	s	13,63 m <sup>2</sup> /Kg
Consistency pulp									
Weigh pulp	dry				moist				
Beating method									
Beating time					50	min			
Disintegration					2	min		Mean values	
Deg. Schopper-Riegler			24	°SR			24	°SR	24 °SR
Sheet designation	1	2		3		4			
Weight	2,5	g	2,48	g	2,5	g	2,32	g	
Grammage	78,86	g/m <sup>2</sup>	78,23	g/m <sup>2</sup>	78,86	g/m <sup>2</sup>	72,87	g/m <sup>2</sup>	77,21 g/m <sup>2</sup>
Thickness	0,107	mm	0,107	mm	0,106	mm	0,101	mm	0,105 mm
Specific Volume	cm <sup>3</sup> /g		cm <sup>3</sup> /g		cm <sup>3</sup> /g		cm <sup>3</sup> /g		cm <sup>3</sup> /g
Permeability	518	ml/min	445	ml/min	584	ml/min	520	ml/min	ml/min
Roughness	637	ml/min	575	ml/min	532	ml/min	561	ml/min	ml/min
Gurley	21	s	24	s	21	s	20	s	s
Tensile Strength	6636	N/m	6784	N/m	7228	N/m	7480	N/m	
	7677	N/m	7480	N/m	7222	N/m	7014	N/m	
	6595	N/m	7607	N/m	7811	N/m	7344	N/m	
Mean values	N/m		N/m		N/m		N/m		7240 N/m
Breaking Length	km		km		km		km		9,56 km
Burst Strength	581	kPa	536	kPa	533	kPa	532	kPa	
	571	kPa	573	kPa	583	kPa	507	kPa	552 kPa
Burst Strength Index	kPa.m <sup>2</sup> .g		Burst area				m <sup>2</sup>		
Tear Strength	(x) Elmendorf: Tear Strength read in mN								
	( ) Brecht-Imset: Tear Strength read in mN.m/m								
Measured value									
	904		969		916		1009		949
Notes									
	Date			Signature					



TESTING PROTOCOL									
Name	Pinus Taeda								
Viscosity	1066	ml/g	Kappa number		56	Brightness		16,44	%ISO
Opacity 80g/m <sup>2</sup>	98,37	%	Absorption coefficient	k	15,24	m <sup>2</sup> /Kg	Scattering coefficient	s	13,45 m <sup>2</sup> /Kg
Consistency pulp									
Weigh pulp		dry		g		moist		g	
Beating method									
Beating time					60		min		
Disintegration					2		min		Mean values
Deg. Schopper-Riegler			40	°SR			40	°SR	40 °SR
Sheet designation	1		2		3		4		
Weight	2,46	g	2,44	g	2,48	g	2,34	g	
Grammage	77,6	g/m <sup>2</sup>	76,97	g/m <sup>2</sup>	78,23	g/m <sup>2</sup>	73,82	g/m <sup>2</sup>	76,66 g/m <sup>2</sup>
Thickness	0,105	mm	0,101	mm	0,103	mm	0,099	mm	0,102 mm
Specific Volume		cm <sup>3</sup> /g		cm <sup>3</sup> /g		cm <sup>3</sup> /g		cm <sup>3</sup> /g	cm <sup>3</sup> /g
Permeability	119	ml/min	133	ml/min	126	ml/min	116	ml/min	ml/min
Roughness	652	ml/min	590	ml/min	578	ml/min	578	ml/min	ml/min
Gurley	91	s	77	s	87	s	95	s	s
Tensile Strength	7445	N/m	7976	N/m	7296	N/m	6889	N/m	
	7342	N/m	7525	N/m	7613	N/m	7177	N/m	
	7966	N/m	7083	N/m	7124	N/m	7516	N/m	
Mean values		N/m		N/m		N/m		N/m	7413 N/m
Breaking Length		km		km		km		km	km
Burst Strength	548	kPa	509	kPa	548	kPa	515	kPa	
	510	kPa	502	kPa	520	kPa	522	kPa	522 kPa
Burst Strength Index			kPa.m <sup>2</sup> .g	Burst area				m <sup>2</sup>	
Tear Strength	(x) Elmendorf: Tear Strength read in mN								
	( ) Brecht-Imset: Tear Strength read in mN.m/m								
Measured value									
	730		802		862		742		784
Notes									
	Date		Signature						

TESTING PROTOCOL									
Name	Pinus taeda								
Viscosity	1066	ml/g	Kappa number		56	Brightness		16,53	%ISO
Opacity 80g/m <sup>2</sup>	98,58	%	Absorption coefficient	k	15,69	m <sup>2</sup> /Kg	Scattering coefficient	s	13,98 m <sup>2</sup> /Kg
Consistency pulp									
Weigh pulp	dry		g		moist		g		
Beating method									
Beating time					70	min			
Disintegration					2	min		Mean values	
Deg. Schopper-Riegler	39				°SR	40		°SR	39,5°SR
Sheet designation	1	2		3		4			
Weight	2,48	g	2,48	g	2,47	g	2,44	g	
Grammage	78,83	g/m <sup>2</sup>	78,23	g/m <sup>2</sup>	77,92	g/m <sup>2</sup>	76,97	g/m <sup>2</sup>	77,98 g/m <sup>2</sup>
Thickness	0,103	mm	0,102	mm	0,104	mm	0,103	mm	0,103 mm
Specific Volume		cm <sup>3</sup> /g		cm <sup>3</sup> /g		cm <sup>3</sup> /g		cm <sup>3</sup> /g	cm <sup>3</sup> /g
Permeability	123	ml/min	162	ml/min	166	ml/min	158	ml/min	ml/min
Roughness	622	ml/min	687	ml/min	507	ml/min	598	ml/min	ml/min
Gurley	97	s	70	s	67	s	67	s	s
Tensile Strength	6970	N/m	6746	N/m	7603	N/m	6522	N/m	
	7351	N/m	6974	N/m	7840	N/m	7088	N/m	
	7731	N/m	7299	N/m	7983	N/m	6780	N/m	
Mean values		N/m		N/m		N/m		N/m	7241 N/m
Breaking Length		km		km		km		km	9,47 km
Burst Strength	491	kPa	501	kPa	484	kPa	476	kPa	
	503	kPa	491	kPa	524	kPa	501	kPa	496 kPa
Burst Strength Index		kPa.m <sup>2</sup> .g	Burst area					m <sup>2</sup>	
Tear Strength	(x) Elmendorf: Tear Strength read in mN								
	( ) Brecht-Imset: Tear Strength read in mN.m/m								
Measured value									
	790		874		838		778		820
Notes									
	Date		Signature						

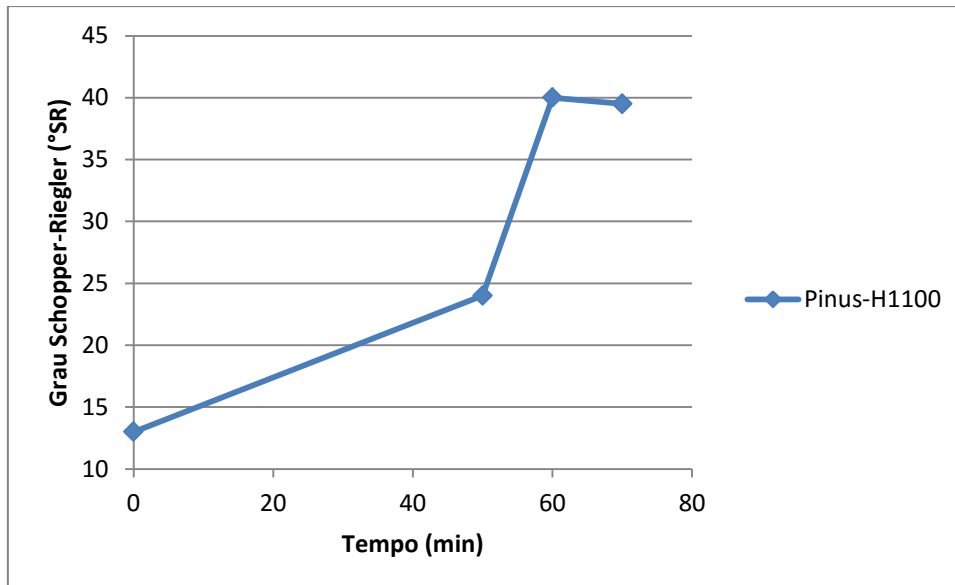
TESTING PROTOCOL										
Name	<i>Eucalyptus dunnii</i>									
Viscosity	975	ml/g	Kappa number	15	Brightness	33,94	%ISO			
Opacity 80g/m <sup>2</sup>	99,77	%	Absorption coefficient	k	14,39	m <sup>2</sup> /Kg	Scattering coefficient	s	39,69	m <sup>2</sup> /Kg
Consistency pulp										
Weigh pulp	dry		g	moist		g				
Beating method										
Beating time				0	min					
Disintegration				2	min	Mean values				
Deg. Schopper-Riegler			16	°SR	15	°SR	15,5	°SR		
Sheet designation	1		2		3		4			
Weight	2,55	g	2,52	g	2,52	g	2,54	g		
Grammage	80,44	g/m <sup>2</sup>	79,49	g/m <sup>2</sup>	79,49	g/m <sup>2</sup>	80,13	g/m <sup>2</sup>	79,89	g/m <sup>2</sup>
Thickness	0,159	mm	0,159	mm	0,16	mm	0,16	mm	0,160	mm
Specific Volume		cm <sup>3</sup> /g		cm <sup>3</sup> /g		cm <sup>3</sup> /g		cm <sup>3</sup> /g		cm <sup>3</sup> /g
Permeability		ml/min		ml/min		ml/min		ml/min		ml/min
Roughness	1130	ml/min	929	ml/min	866	ml/min	889	ml/min	954	ml/min
Gurley		s		s		s		s		s
Tensile Strength	3279	N/m	3540	N/m	3054	N/m	2825	N/m		
	4255	N/m	3914	N/m	3202	N/m	3703	N/m		
	3357	N/m	3488	N/m	3356	N/m	3883	N/m		
Mean values		N/m		N/m		N/m		N/m	3488	N/m
Breaking Length		km		km		km		km	4,45	km
Burst Strength	143	kPa	138	kPa	140	kPa	137	kPa		
	126	kPa	143	kPa	137	kPa	154	kPa	139,8	kPa
Burst Strength Index			kPa.m <sup>2</sup> .g	Burst area				m <sup>2</sup>		
Tear Strength	(x) Elmendorf: Tear Strength read in mN									
	( ) Brecht-Imset: Tear Strength read in mN.m/m									
Measured value										
	319		319		338		312		322	
Notes										
	Date			Signature						

TESTING PROTOCOL									
Name	<i>Eucaliptus dunnii</i>								
Viscosity	975	ml/g	Kappa number		15	Brightness		31,40	%ISO
Opacity 80g/m <sup>2</sup>	99,29	%	Absorption coefficient	k	12,52	m <sup>2</sup> /Kg	Scattering coefficient	s	29,26 m <sup>2</sup> /Kg
Consistency pulp									
Weigh pulp	dry				moist				
Beating method									
Beating time					10	min			
Disintegration					2	min		Mean values	
Deg. Schopper-Riegler					°SR			°SR	19,5 °SR
Sheet designation	1	2		3		4			
Weight	2,55	g	2,55	g	2,5	g	2,55	g	
Grammage	80,44	g/m <sup>2</sup>	80,44	g/m <sup>2</sup>	78,86	g/m <sup>2</sup>	80,44	g/m <sup>2</sup>	80,04 g/m <sup>2</sup>
Thickness	0,135	mm	0,134	mm	0,134	mm	0,136	mm	0,135 mm
Specific Volume		cm <sup>3</sup> /g		cm <sup>3</sup> /g		cm <sup>3</sup> /g		cm <sup>3</sup> /g	cm <sup>3</sup> /g
Permeability		ml/min		ml/min		ml/min		ml/min	ml/min
Roughness	762	ml/min	573	ml/min	686	ml/min	629	ml/min	663 ml/min
Gurley		s		s		s		s	s
Tensile Strength	5971	N/m	5906	N/m	5372	N/m	6075	N/m	
	6751	N/m	6028	N/m	4992	N/m	5490	N/m	
	6125	N/m	5756	N/m	4470	N/m	5407	N/m	
Mean values		N/m		N/m		N/m		N/m	5695 N/m
Breaking Length		km		km		km		km	7,25 km
Burst Strength	288	kPa	262	kPa	272	kPa	306	kPa	
	241	kPa	274	kPa	289	kPa	269	kPa	275 kPa
Burst Strength Index		kPa.m <sup>2</sup> .g	Burst area					m <sup>2</sup>	
Tear Strength	(x) Elmendorf: Tear Strength read in mN								
	( ) Brecht-Imset: Tear Strength read in mN.m/m								
Measured value									
	537		790		625		575		632
Notes									
	Date		Signature						

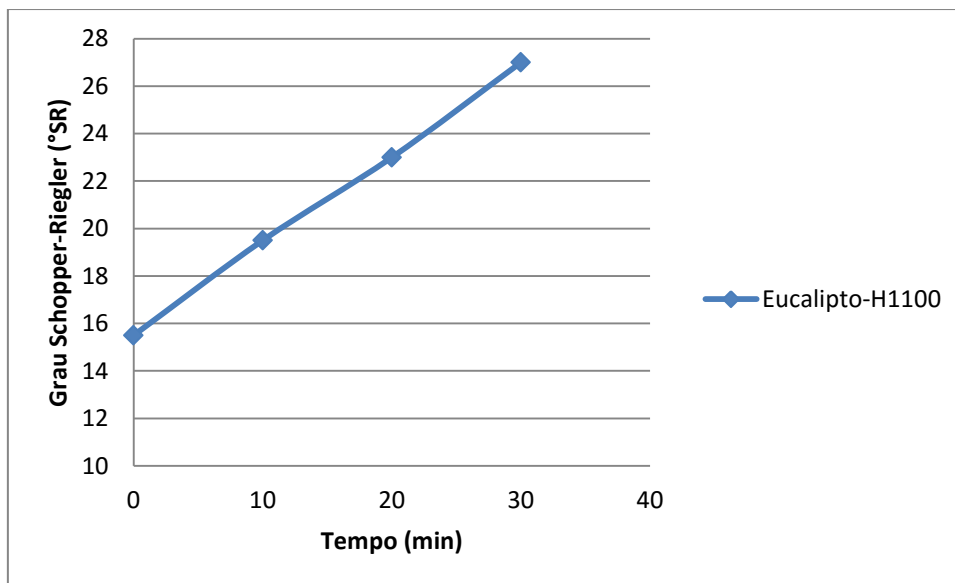
TESTING PROTOCOL									
Name	<i>Eucaliptus dunnii</i>								
Viscosity	975	ml/g	Kappa number		15	Brightness		30,71	%ISO
Opacity 80g/m <sup>2</sup>	99,03	%	Absorption coefficient	k	11,95	m <sup>2</sup> /Kg	Scattering coefficient	s	26,60 m <sup>2</sup> /Kg
Consistency pulp									
Weigh pulp	dry				moist				
Beating method									
Beating time					20	min			
Disintegration					2	min		Mean values	
Deg. Schopper-Riegler			23	°SR			23	°SR	23 °SR
Sheet designation	1	2		3		4			
Weight	2,56	g	2,56	g	2,56	g	2,53	g	
Grammage	80,75	g/m <sup>2</sup>	80,75	g/m <sup>2</sup>	80,75	g/m <sup>2</sup>	79,81	g/m <sup>2</sup>	80,51 g/m <sup>2</sup>
Thickness	0,141	mm	0,133	mm	0,131	mm	0,131	mm	0,134 mm
Specific Volume	cm <sup>3</sup> /g		cm <sup>3</sup> /g		cm <sup>3</sup> /g		cm <sup>3</sup> /g		cm <sup>3</sup> /g
Permeability	ml/min		ml/min		ml/min		ml/min		ml/min
Roughness	722	ml/min	1025	ml/min	1282	ml/min	1025	ml/min	1014 ml/min
Gurley	s		s		3	s	2	s	2 s
Tensile Strength	6753	N/m	5422	N/m	4749	N/m	6327	N/m	
	6267	N/m	3837	N/m	5312	N/m	6300	N/m	
	6059	N/m	3715	N/m	5256	N/m	5402	N/m	
Mean values	N/m		N/m		N/m		N/m		5453 N/m
Breaking Length	km		km		km		km		6,91 km
Burst Strength	330	kPa	289	kPa	283	kPa	302	kPa	
	311	kPa	304	kPa	341	kPa	349	kPa	314 kPa
Burst Strength Index	kPa.m <sup>2</sup> .g		Burst area				m <sup>2</sup>		
Tear Strength	(x) Elmendorf: Tear Strength read in mN								
	( ) Brecht-Imset: Tear Strength read in mN.m/m								
Measured value									
	631		650		723		618		656
Notes									
	Date			Signature					

TESTING PROTOCOL									
Name	<i>Eucaliptus dunnii</i>								
Viscosity	975	ml/g	Kappa number		15	Brightness		38,12	%ISO
Opacity 80g/m <sup>2</sup>	98,73	%	Absorption coefficient	k	11,41	m <sup>2</sup> /Kg	Scattering coefficient	s	24,48 m <sup>2</sup> /Kg
Consistency pulp									
Weigh pulp	dry				moist				
Beating method									
Beating time					30	min			
Disintegration					2	min		Mean values	
Deg. Schopper-Riegler					°SR			°SR	27
Sheet designation	1	2		3		4			
Weight	2,51	g	2,56	g	2,54	g	2,52	g	
Grammage	79,17	g/m <sup>2</sup>	80,75	g/m <sup>2</sup>	80,12	g/m <sup>2</sup>	79,49	g/m <sup>2</sup>	79,88 g/m <sup>2</sup>
Thickness	0,128	mm	0,126	mm	0,129	mm	0,136	mm	0,129 mm
Specific Volume		cm <sup>3</sup> /g		cm <sup>3</sup> /g		cm <sup>3</sup> /g		cm <sup>3</sup> /g	cm <sup>3</sup> /g
Permeability	2807	ml/min	2870	ml/min		ml/min		ml/min	2839 ml/min
Roughness	542	ml/min	1160	ml/min		ml/min	1381	ml/min	1028 ml/min
Gurley	4	s	3,5	s	3	s	4	s	4 s
Tensile Strength	6014	N/m	5914	N/m	5431	N/m	6014	N/m	
	6738	N/m	6032	N/m	5614	N/m	6037	N/m	
	6445	N/m	6221	N/m	5523	N/m	6183	N/m	
Mean values		N/m		N/m		N/m		N/m	6014 N/m
Breaking Length		km		km		km		km	7,67 km
Burst Strength	362	kPa	355	kPa	268	kPa	302	kPa	
	349	kPa	369	kPa	348	kPa	344	kPa	337 kPa
Burst Strength Index		kPa.m <sup>2</sup> .g	Burst area					m <sup>2</sup>	
Tear Strength	(x) Elmendorf: Tear Strength read in mN								
	( ) Brecht-Imset: Tear Strength read in mN.m/m								
Measured value									
	832		742		668		687		732
Notes									
	Date		Signature						

Variação do Grau Schopper-Riegler em função do tempo de processamento no moinho Jokro para *Pinus taeda* com H=1100



Variação do Grau Schopper-Riegler em função do tempo de processamento no moinho Jokro para *Eucalyptus dunnii* com H=1100



## APÊNDICE 2 - Análise de Variância (ANOVA).

### ARREBENTAMENTO

#### ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Conjunto	Between Groups	64930,607	6	10821,768	11,754	,000
	Within Groups	45112,375	49	920,661		
	Total	110042,982	55			
H1100	Between Groups	70974,214	6	11829,036	19,465	,000
	Within Groups	29777,625	49	607,707		
	Total	100751,839	55			
H400	Between Groups	55746,857	6	9291,143	7,304	,000
	Within Groups	62333,125	49	1272,105		
	Total	118079,982	55			

### Post Hoc Test

#### Multiple Comparisons

Tukey HSD

Dependent Variable	(I) Fator	(J) Fator	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
Conjunto	1	2	46,8750(*)	15,1712	,048	,238	93,512
		3	66,2500(*)	15,1712	,001	19,613	112,887
		4	78,2500(*)	15,1712	,000	31,613	124,887
		5	76,8750(*)	15,1712	,000	30,238	123,512
		6	93,5000(*)	15,1712	,000	46,863	140,137
		7	115,0000(*)	15,1712	,000	68,363	161,637
		1	-46,8750(*)	15,1712	,048	-93,512	-,238
	2	3	19,3750	15,1712	,859	-27,262	66,012
		4	31,3750	15,1712	,387	-15,262	78,012
		5	30,0000	15,1712	,442	-16,637	76,637
		6	46,6250	15,1712	,050	-,012	93,262
		7	68,1250(*)	15,1712	,001	21,488	114,762
		1	-66,2500(*)	15,1712	,001	-112,887	-19,613
		2	-19,3750	15,1712	,859	-66,012	27,262
	3	4	12,0000	15,1712	,985	-34,637	58,637
		5	10,6250	15,1712	,992	-36,012	57,262
		6	27,2500	15,1712	,557	-19,387	73,887
		7	48,7500(*)	15,1712	,035	2,113	95,387
		1	-78,2500(*)	15,1712	,000	-124,887	-31,613
		2	-31,3750	15,1712	,387	-78,012	15,262



H1100	5	3	-12,0000	15,1712	,985	-58,637	34,637
		5	-1,3750	15,1712	1,000	-48,012	45,262
		6	15,2500	15,1712	,950	-31,387	61,887
		7	36,7500	15,1712	,211	-9,887	83,387
		1	-76,8750(*)	15,1712	,000	-123,512	-30,238
		2	-30,0000	15,1712	,442	-76,637	16,637
		3	-10,6250	15,1712	,992	-57,262	36,012
		4	1,3750	15,1712	1,000	-45,262	48,012
		6	16,6250	15,1712	,926	-30,012	63,262
		7	38,1250	15,1712	,177	-8,512	84,762
	6	1	-93,5000(*)	15,1712	,000	-140,137	-46,863
		2	-46,6250	15,1712	,050	-93,262	,012
		3	-27,2500	15,1712	,557	-73,887	19,387
		4	-15,2500	15,1712	,950	-61,887	31,387
		5	-16,6250	15,1712	,926	-63,262	30,012
		7	21,5000	15,1712	,790	-25,137	68,137
		1	-115,0000(*)	15,1712	,000	-161,637	-68,363
	7	2	-68,1250(*)	15,1712	,001	-114,762	-21,488
		3	-48,7500(*)	15,1712	,035	-95,387	-2,113
		4	-36,7500	15,1712	,211	-83,387	9,887
		5	-38,1250	15,1712	,177	-84,762	8,512
		6	-21,5000	15,1712	,790	-68,137	25,137
	1	2	30,2500	12,3259	,199	-7,640	68,140
		3	46,6250(*)	12,3259	,007	8,735	84,515
		4	69,0000(*)	12,3259	,000	31,110	106,890
		5	76,1250(*)	12,3259	,000	38,235	114,015
		6	88,3750(*)	12,3259	,000	50,485	126,265
		7	115,3750(*)	12,3259	,000	77,485	153,265
	2	1	-30,2500	12,3259	,199	-68,140	7,640
		3	16,3750	12,3259	,835	-21,515	54,265
		4	38,7500(*)	12,3259	,042	,860	76,640
		5	45,8750(*)	12,3259	,009	7,985	83,765
		6	58,1250(*)	12,3259	,000	20,235	96,015
		7	85,1250(*)	12,3259	,000	47,235	123,015
	3	1	-46,6250(*)	12,3259	,007	-84,515	-8,735
		2	-16,3750	12,3259	,835	-54,265	21,515
		4	22,3750	12,3259	,545	-15,515	60,265
		5	29,5000	12,3259	,223	-8,390	67,390
		6	41,7500(*)	12,3259	,022	3,860	79,640
		7	68,7500(*)	12,3259	,000	30,860	106,640
	4	1	-69,0000(*)	12,3259	,000	-106,890	-31,110
		2	-38,7500(*)	12,3259	,042	-76,640	-,860
		3	-22,3750	12,3259	,545	-60,265	15,515
		5	7,1250	12,3259	,997	-30,765	45,015
		6	19,3750	12,3259	,700	-18,515	57,265
		7	46,3750(*)	12,3259	,008	8,485	84,265
	5	1	-76,1250(*)	12,3259	,000	-114,015	-38,235
		2	-45,8750(*)	12,3259	,009	-83,765	-7,985
		3	-29,5000	12,3259	,223	-67,390	8,390
		4	-7,1250	12,3259	,997	-45,015	30,765

H400	6	6	12,2500	12,3259	,953	-25,640	50,140
		7	39,2500(*)	12,3259	,038	1,360	77,140
		1	-88,3750(*)	12,3259	,000	-126,265	-50,485
		2	-58,1250(*)	12,3259	,000	-96,015	-20,235
		3	-41,7500(*)	12,3259	,022	-79,640	-3,860
		4	-19,3750	12,3259	,700	-57,265	18,515
		5	-12,2500	12,3259	,953	-50,140	25,640
		7	27,0000	12,3259	,319	-10,890	64,890
	7	1	-115,3750(*)	12,3259	,000	-153,265	-77,485
		2	-85,1250(*)	12,3259	,000	-123,015	-47,235
		3	-68,7500(*)	12,3259	,000	-106,640	-30,860
		4	-46,3750(*)	12,3259	,008	-84,265	-8,485
		5	-39,2500(*)	12,3259	,038	-77,140	-1,360
		6	-27,0000	12,3259	,319	-64,890	10,890
	1	2	40,2500	17,8333	,285	-14,570	95,070
		3	59,7500(*)	17,8333	,024	4,930	114,570
		4	69,0000(*)	17,8333	,006	14,180	123,820
		5	87,5000(*)	17,8333	,000	32,680	142,320
		6	79,0000(*)	17,8333	,001	24,180	133,820
		7	102,7500(*)	17,8333	,000	47,930	157,570
	2	1	-40,2500	17,8333	,285	-95,070	14,570
		3	19,5000	17,8333	,927	-35,320	74,320
		4	28,7500	17,8333	,675	-26,070	83,570
		5	47,2500	17,8333	,134	-7,570	102,070
		6	38,7500	17,8333	,329	-16,070	93,570
		7	62,5000(*)	17,8333	,016	7,680	117,320
	3	1	-59,7500(*)	17,8333	,024	-114,570	-4,930
		2	-19,5000	17,8333	,927	-74,320	35,320
		4	9,2500	17,8333	,998	-45,570	64,070
		5	27,7500	17,8333	,710	-27,070	82,570
		6	19,2500	17,8333	,931	-35,570	74,070
		7	43,0000	17,8333	,216	-11,820	97,820
	4	1	-69,0000(*)	17,8333	,006	-123,820	-14,180
		2	-28,7500	17,8333	,675	-83,570	26,070
		3	-9,2500	17,8333	,998	-64,070	45,570
		5	18,5000	17,8333	,943	-36,320	73,320
		6	10,0000	17,8333	,998	-44,820	64,820
		7	33,7500	17,8333	,495	-21,070	88,570
	5	1	-87,5000(*)	17,8333	,000	-142,320	-32,680
		2	-47,2500	17,8333	,134	-102,070	7,570
		3	-27,7500	17,8333	,710	-82,570	27,070
		4	-18,5000	17,8333	,943	-73,320	36,320
		6	-8,5000	17,8333	,999	-63,320	46,320
		7	15,2500	17,8333	,977	-39,570	70,070
	6	1	-79,0000(*)	17,8333	,001	-133,820	-24,180
		2	-38,7500	17,8333	,329	-93,570	16,070
		3	-19,2500	17,8333	,931	-74,070	35,570
		4	-10,0000	17,8333	,998	-64,820	44,820
		5	8,5000	17,8333	,999	-46,320	63,320
		7	23,7500	17,8333	,834	-31,070	78,570

7	1	-102,7500(*)	17,8333	,000	-157,570	-47,930
	2	-62,5000(*)	17,8333	,016	-117,320	-7,680
	3	-43,0000	17,8333	,216	-97,820	11,820
	4	-33,7500	17,8333	,495	-88,570	21,070
	5	-15,2500	17,8333	,977	-70,070	39,570
	6	-23,7500	17,8333	,834	-78,570	31,070

\* The mean difference is significant at the .05 level.

## Homogeneous Subsets

### Conjunto

Tukey HSD

Fator	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
7	8	421,375		
6	8	442,875	442,875	
4	8	458,125	458,125	
5	8	459,500	459,500	
3	8		470,125	
2	8		489,500	
1	8			536,375
Sig.		,177	,050	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 8,000.

### H1100

Tukey HSD

Fator	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
7	8	421,000				
6	8	448,000	448,000			
5	8		460,250	460,250		
4	8		467,375	467,375		
3	8			489,750	489,750	
2	8				506,125	506,125
1	8					536,375
Sig.		,319	,700	,223	,835	,199

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 8,000.

**H400**

Tukey HSD

Factor	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
7	8	433,625		
5	8	448,875	448,875	
6	8	457,375	457,375	
4	8	467,375	467,375	
3	8	476,625	476,625	
2	8		496,125	496,125
1	8			536,375
Sig.		,216	,134	,285

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 8,000.

## ESPESSURA

### ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Conjun to	Between Groups	,000	6	,000	19,704	,000
	Within Groups	,000	21	,000		
	Total	,000	27			
H1100	Between Groups	,000	6	,000	31,763	,000
	Within Groups	,000	21	,000		
	Total	,000	27			
H400	Between Groups	,000	6	,000	36,146	,000
	Within Groups	,000	21	,000		
	Total	,000	27			

## Post Hoc Tests

### Multiple Comparisons

Tukey HSD

Dependent Variable	(I) Fator	(J) Fator	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
Conjunto	1	2	-,002750(*)	,000802	,034	-,00536	-,00014
		3	-,003750(*)	,000802	,002	-,00636	-,00114
		4	-,004500(*)	,000802	,000	-,00711	-,00189
		5	-,004750(*)	,000802	,000	-,00736	-,00214
		6	-,006000(*)	,000802	,000	-,00861	-,00339
		7	-,008000(*)	,000802	,000	-,01061	-,00539
	2	1	,002750(*)	,000802	,034	,00014	,00536
		3	-,001000	,000802	,867	-,00361	,00161
		4	-,001750	,000802	,345	-,00436	,00086
		5	-,002000	,000802	,211	-,00461	,00061
		6	-,003250(*)	,000802	,009	-,00586	-,00064
		7	-,005250(*)	,000802	,000	-,00786	-,00264
	3	1	,003750(*)	,000802	,002	,00114	,00636
		2	,001000	,000802	,867	-,00161	,00361

H1100	4	4	-,000750	,000802	,962	-,00336	,00186
		5	-,001000	,000802	,867	-,00361	,00161
		6	-,002250	,000802	,121	-,00486	,00036
		7	-,004250(*)	,000802	,001	-,00686	-,00164
		1	,004500(*)	,000802	,000	,00189	,00711
		2	,001750	,000802	,345	-,00086	,00436
		3	,000750	,000802	,962	-,00186	,00336
	5	5	-,000250	,000802	1,000	-,00286	,00236
		6	-,001500	,000802	,519	-,00411	,00111
		7	-,003500(*)	,000802	,004	-,00611	-,00089
		1	,004750(*)	,000802	,000	,00214	,00736
		2	,002000	,000802	,211	-,00061	,00461
		3	,001000	,000802	,867	-,00161	,00361
		4	,000250	,000802	1,000	-,00236	,00286
	6	6	-,001250	,000802	,708	-,00386	,00136
		7	-,003250(*)	,000802	,009	-,00586	-,00064
		1	,006000(*)	,000802	,000	,00339	,00861
		2	,003250(*)	,000802	,009	,00064	,00586
		3	,002250	,000802	,121	-,00036	,00486
		4	,001500	,000802	,519	-,00111	,00411
		5	,001250	,000802	,708	-,00136	,00386
	7	7	-,002000	,000802	,211	-,00461	,00061
		1	,008000(*)	,000802	,000	,00539	,01061
		2	,005250(*)	,000802	,000	,00264	,00786
		3	,004250(*)	,000802	,001	,00164	,00686
		4	,003500(*)	,000802	,004	,00089	,00611
		5	,003250(*)	,000802	,009	,00064	,00586
		6	,002000	,000802	,211	-,00061	,00461
	1	2	-,003500(*)	,000673	,001	-,00569	-,00131
		3	-,004000(*)	,000673	,000	-,00619	-,00181
		4	-,005750(*)	,000673	,000	-,00794	-,00356
		5	-,006250(*)	,000673	,000	-,00844	-,00406
		6	-,006500(*)	,000673	,000	-,00869	-,00431
		7	-,008250(*)	,000673	,000	-,01044	-,00606
	2	1	,003500(*)	,000673	,001	,00131	,00569
		3	-,000500	,000673	,988	-,00269	,00169
		4	-,002250(*)	,000673	,041	-,00444	-,00006
		5	-,002750(*)	,000673	,008	-,00494	-,00056
		6	-,003000(*)	,000673	,003	-,00519	-,00081
		7	-,004750(*)	,000673	,000	-,00694	-,00256
	3	1	,004000(*)	,000673	,000	,00181	,00619
		2	,000500	,000673	,988	-,00169	,00269
		4	-,001750	,000673	,175	-,00394	,00044
		5	-,002250(*)	,000673	,041	-,00444	-,00006
		6	-,002500(*)	,000673	,018	-,00469	-,00031
		7	-,004250(*)	,000673	,000	-,00644	-,00206
	4	1	,005750(*)	,000673	,000	,00356	,00794
		2	,002250(*)	,000673	,041	,00006	,00444
		3	,001750	,000673	,175	-,00044	,00394
		5	-,000500	,000673	,988	-,00269	,00169

H400	5	6	-,000750	,000673	,916	-,00294	,00144
		7	-,002500(*)	,000673	,018	-,00469	-,00031
		1	,006250(*)	,000673	,000	,00406	,00844
		2	,002750(*)	,000673	,008	,00056	,00494
		3	,002250(*)	,000673	,041	,00006	,00444
	6	4	,000500	,000673	,988	-,00169	,00269
		6	-,000250	,000673	1,000	-,00244	,00194
		7	-,002000	,000673	,088	-,00419	,00019
		1	,006500(*)	,000673	,000	,00431	,00869
		2	,003000(*)	,000673	,003	,00081	,00519
	7	3	,002500(*)	,000673	,018	,00031	,00469
		4	,000750	,000673	,916	-,00144	,00294
		5	,000250	,000673	1,000	-,00194	,00244
		7	-,001750	,000673	,175	-,00394	,00044
		1	,008250(*)	,000673	,000	,00606	,01044
	1	2	,004750(*)	,000673	,000	,00256	,00694
		3	,004250(*)	,000673	,000	,00206	,00644
		4	,002500(*)	,000673	,018	,00031	,00469
		5	,002000	,000673	,088	-,00019	,00419
		6	,001750	,000673	,175	-,00044	,00394
	2	2	-,001000	,000756	,834	-,00346	,00146
		3	-,003250(*)	,000756	,005	-,00571	-,00079
		4	-,006750(*)	,000756	,000	-,00921	-,00429
		5	-,006750(*)	,000756	,000	-,00921	-,00429
		6	-,007500(*)	,000756	,000	-,00996	-,00504
	3	7	-,007500(*)	,000756	,000	-,00996	-,00504
		1	,001000	,000756	,834	-,00146	,00346
		3	-,002250	,000756	,087	-,00471	,00021
		4	-,005750(*)	,000756	,000	-,00821	-,00329
		5	-,005750(*)	,000756	,000	-,00821	-,00329
	4	6	-,006500(*)	,000756	,000	-,00896	-,00404
		7	-,006500(*)	,000756	,000	-,00896	-,00404
		1	,003250(*)	,000756	,005	,00079	,00571
		2	,002250	,000756	,087	-,00021	,00471
		4	-,003500(*)	,000756	,002	-,00596	-,00104
	5	5	-,003500(*)	,000756	,002	-,00596	-,00104
		6	-,004250(*)	,000756	,000	-,00671	-,00179
		7	-,004250(*)	,000756	,000	-,00671	-,00179
		1	,006750(*)	,000756	,000	,00429	,00921
		2	,005750(*)	,000756	,000	,00329	,00821
	6	3	,003500(*)	,000756	,002	,00104	,00596
		5	,000000	,000756	1,000	-,00246	,00246
		6	-,000750	,000756	,950	-,00321	,00171
		7	-,000750	,000756	,950	-,00321	,00171
		1	,006750(*)	,000756	,000	,00429	,00921
	7	2	,005750(*)	,000756	,000	,00329	,00821
		3	,003500(*)	,000756	,002	,00104	,00596
		4	,000000	,000756	1,000	-,00246	,00246
		6	-,000750	,000756	,950	-,00321	,00171
		7	-,000750	,000756	,950	-,00321	,00171

6	1	,007500(*)	,000756	,000	,00504	,00996
	2	,006500(*)	,000756	,000	,00404	,00896
	3	,004250(*)	,000756	,000	,00179	,00671
	4	,000750	,000756	,950	-,00171	,00321
	5	,000750	,000756	,950	-,00171	,00321
	7	,000000	,000756	1,000	-,00246	,00246
7	1	,007500(*)	,000756	,000	,00504	,00996
	2	,006500(*)	,000756	,000	,00404	,00896
	3	,004250(*)	,000756	,000	,00179	,00671
	4	,000750	,000756	,950	-,00171	,00321
	5	,000750	,000756	,950	-,00171	,00321
	6	,000000	,000756	1,000	-,00246	,00246

\* The mean difference is significant at the .05 level.

## Homogeneous Subsets

### Conjunto

Tukey HSD

Factor	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
1	4	,10325			
2	4		,10600		
3	4		,10700	,10700	
4	4		,10775	,10775	
5	4		,10800	,10800	
6	4			,10925	,10925
7	4				,11125
Sig.		1,000	,211	,121	,211

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.



**H1100**

Tukey HSD

Factor	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
1	4	,10325				
2	4		,10675			
3	4		,10725	,10725		
4	4			,10900	,10900	
5	4				,10950	,10950
6	4				,10975	,10975
7	4					,11150
Sig.		1,000	,988	,175	,916	,088

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

**H400**

Tukey HSD

Factor	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
1	4	,10325		
2	4	,10425	,10425	
3	4		,10650	
4	4			,11000
5	4			,11000
6	4			,11075
7	4			,11075
Sig.		,834	,087	,950

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

## GRAMATURA

### ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Conjunt o	Between Groups	5,506	6	,918	27,985	,000
	Within Groups	,689	21	,033		
	Total	6,195	27			
H1100	Between Groups	9,930	6	1,655	6,310	,001
	Within Groups	5,508	21	,262		
	Total	15,438	27			
H400	Between Groups	23,084	6	3,847	21,792	,000
	Within Groups	3,707	21	,177		
	Total	26,791	27			

## Post Hoc Tests

### Multiple Comparisons

Tukey HSD

Dependent Variable	(I) Fator	(J) Fator	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
Conjunto	1	2	-,722500(*)	,128049	,000	-1,13876	-,30624
		3	-,567500(*)	,128049	,004	-,98376	-,15124
		4	-,565000(*)	,128049	,004	-,98126	-,14874
		5	-1,197500(*)	,128049	,000	-1,61376	-,78124
		6	-1,197500(*)	,128049	,000	-1,61376	-,78124
		7	-1,352500(*)	,128049	,000	-1,76876	-,93624
	2	1	,722500(*)	,128049	,000	,30624	1,13876
		3	,155000	,128049	,882	-,26126	,57126
		4	,157500	,128049	,875	-,25876	,57376
		5	-,475000(*)	,128049	,019	-,89126	-,05874
		6	-,475000(*)	,128049	,019	-,89126	-,05874
		7	-,630000(*)	,128049	,001	-1,04626	-,21374
	3	1	,567500(*)	,128049	,004	,15124	,98376
		2	-,155000	,128049	,882	-,57126	,26126
		4	,002500	,128049	1,000	-,41376	,41876
		5	-,630000(*)	,128049	,001	-1,04626	-,21374
		6	-,630000(*)	,128049	,001	-1,04626	-,21374
		7	-,785000(*)	,128049	,000	-1,20126	-,36874
	4	1	,565000(*)	,128049	,004	,14874	,98126
		2	-,157500	,128049	,875	-,57376	,25876
		3	-,002500	,128049	1,000	-,41876	,41376
		5	-,632500(*)	,128049	,001	-1,04876	-,21624

H1100	5	6	-,632500(*)	,128049	,001	-1,04876	-,21624
		7	-,787500(*)	,128049	,000	-1,20376	-,37124
		1	1,197500(*)	,128049	,000	,78124	1,61376
		2	,475000(*)	,128049	,019	,05874	,89126
		3	,630000(*)	,128049	,001	,21374	1,04626
	6	4	,632500(*)	,128049	,001	,21624	1,04876
		6	,000000	,128049	1,000	-,41626	,41626
		7	-,155000	,128049	,882	-,57126	,26126
		1	1,197500(*)	,128049	,000	,78124	1,61376
		2	,475000(*)	,128049	,019	,05874	,89126
	7	3	,630000(*)	,128049	,001	,21374	1,04626
		4	,632500(*)	,128049	,001	,21624	1,04876
		5	,000000	,128049	1,000	-,41626	,41626
		7	-,155000	,128049	,882	-,57126	,26126
		1	1,352500(*)	,128049	,000	,93624	1,76876
	1	2	,630000(*)	,128049	,001	,21374	1,04626
		3	,785000(*)	,128049	,000	,36874	1,20126
		4	,787500(*)	,128049	,000	,37124	1,20376
		5	,155000	,128049	,882	-,26126	,57126
		6	,155000	,128049	,882	-,26126	,57126
	2	2	-1,117500	,362145	,070	-2,29475	,05975
		3	-1,830000(*)	,362145	,001	-3,00725	-,65275
		4	-1,512500(*)	,362145	,007	-2,68975	-,33525
		5	-1,492500(*)	,362145	,007	-2,66975	-,31525
		6	-1,667500(*)	,362145	,002	-2,84475	-,49025
	3	7	-1,827500(*)	,362145	,001	-3,00475	-,65025
		1	1,117500	,362145	,070	-,05975	2,29475
		3	-,712500	,362145	,462	-1,88975	,46475
		4	-,395000	,362145	,924	-1,57225	,78225
		5	-,375000	,362145	,940	-1,55225	,80225
	4	6	-,550000	,362145	,731	-1,72725	,62725
		7	-,710000	,362145	,466	-1,88725	,46725
		1	1,830000(*)	,362145	,001	,65275	3,00725
		2	,712500	,362145	,462	-,46475	1,88975
		4	,317500	,362145	,972	-,85975	1,49475
	5	5	,337500	,362145	,963	-,83975	1,51475
		6	,162500	,362145	,999	-1,01475	1,33975
		7	,002500	,362145	1,000	-1,17475	1,17975
		1	1,512500(*)	,362145	,007	,33525	2,68975
		2	,395000	,362145	,924	-,78225	1,57225
	6	3	-,317500	,362145	,972	-1,49475	,85975
		5	,020000	,362145	1,000	-1,15725	1,19725
		6	-,155000	,362145	,999	-1,33225	1,02225
		7	-,315000	,362145	,973	-1,49225	,86225
		1	1,492500(*)	,362145	,007	,31525	2,66975
	7	2	,375000	,362145	,940	-,80225	1,55225
		3	-,337500	,362145	,963	-1,51475	,83975
		4	-,020000	,362145	1,000	-1,19725	1,15725
		6	-,175000	,362145	,999	-1,35225	1,00225
		7	-,335000	,362145	,964	-1,51225	,84225

H400	6	1	1,667500(*)	,362145	,002	,49025	2,84475
		2	,550000	,362145	,731	-,62725	1,72725
		3	-,162500	,362145	,999	-1,33975	1,01475
		4	,155000	,362145	,999	-1,02225	1,33225
		5	,175000	,362145	,999	-1,00225	1,35225
		7	-,160000	,362145	,999	-1,33725	1,01725
	7	1	1,827500(*)	,362145	,001	,65025	3,00475
		2	,710000	,362145	,466	-,46725	1,88725
		3	-,002500	,362145	1,000	-1,17975	1,17475
		4	,315000	,362145	,973	-,86225	1,49225
		5	,335000	,362145	,964	-,84225	1,51225
		6	,160000	,362145	,999	-1,01725	1,33725
	1	2	-,172500	,297103	,997	-1,13832	,79332
		3	-,882500	,297103	,088	-1,84832	,08332
		4	-1,692500(*)	,297103	,000	-2,65832	-,72668
		5	-1,992500(*)	,297103	,000	-2,95832	-1,02668
		6	-2,492500(*)	,297103	,000	-3,45832	-1,52668
		7	-2,065000(*)	,297103	,000	-3,03082	-1,09918
	2	1	,172500	,297103	,997	-,79332	1,13832
		3	-,710000	,297103	,251	-1,67582	,25582
		4	-1,520000(*)	,297103	,001	-2,48582	-,55418
		5	-1,820000(*)	,297103	,000	-2,78582	-,85418
		6	-2,320000(*)	,297103	,000	-3,28582	-1,35418
		7	-1,892500(*)	,297103	,000	-2,85832	-,92668
	3	1	,882500	,297103	,088	-,08332	1,84832
		2	,710000	,297103	,251	-,25582	1,67582
		4	-,810000	,297103	,140	-1,77582	,15582
		5	-1,110000(*)	,297103	,018	-2,07582	-,14418
		6	-1,610000(*)	,297103	,000	-2,57582	-,64418
		7	-1,182500(*)	,297103	,010	-2,14832	-,21668
	4	1	1,692500(*)	,297103	,000	,72668	2,65832
		2	1,520000(*)	,297103	,001	,55418	2,48582
		3	,810000	,297103	,140	-,15582	1,77582
		5	-,300000	,297103	,946	-1,26582	,66582
		6	-,800000	,297103	,149	-1,76582	,16582
		7	-,372500	,297103	,865	-1,33832	,59332
	5	1	1,992500(*)	,297103	,000	1,02668	2,95832
		2	1,820000(*)	,297103	,000	,85418	2,78582
		3	1,110000(*)	,297103	,018	,14418	2,07582
		4	,300000	,297103	,946	-,66582	1,26582
		6	-,500000	,297103	,634	-1,46582	,46582
		7	-,072500	,297103	1,000	-1,03832	,89332
	6	1	2,492500(*)	,297103	,000	1,52668	3,45832
		2	2,320000(*)	,297103	,000	1,35418	3,28582
		3	1,610000(*)	,297103	,000	,64418	2,57582
		4	,800000	,297103	,149	-,16582	1,76582
		5	,500000	,297103	,634	-,46582	1,46582
		7	,427500	,297103	,775	-,53832	1,39332
	7	1	2,065000(*)	,297103	,000	1,09918	3,03082
		2	1,892500(*)	,297103	,000	,92668	2,85832

3	1,182500(*)	,297103	,010	,21668	2,14832
4	,372500	,297103	,865	-,59332	1,33832
5	,072500	,297103	1,000	-,89332	1,03832
6	-,427500	,297103	,775	-1,39332	,53832

\* The mean difference is significant at the .05 level.

## Homogeneous Subsets

### Conjunto

Tukey HSD

Factor	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
1	4	77,50750		
4	4		78,07250	
3	4		78,07500	
2	4		78,23000	
5	4			78,70500
6	4			78,70500
7	4			78,86000
Sig.		1,000	,875	,882

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

### H1100

Tukey HSD

Factor	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
1	4	77,50750	
2	4	78,62500	78,62500
5	4		79,00000
4	4		79,02000
6	4		79,17500
7	4		79,33500
3	4		79,33750
Sig.		,070	,462

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

**H400**

Tukey HSD

Factor	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
1	4	77,50750		
2	4	77,68000		
3	4	78,39000	78,39000	
4	4		79,20000	79,20000
5	4			79,50000
7	4			79,57250
6	4			80,00000
Sig.		,088	,140	,149

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

## PERMEABILIDADE

### ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Conjunto	Between Groups	1673876,357	6	278979,393	8,988	,000
	Within Groups	651845,500	21	31040,262		
	Total	2325721,857	27			
H1100	Between Groups	2900431,000	6	483405,167	20,163	,000
	Within Groups	503482,000	21	23975,333		
	Total	3403913,000	27			
H400	Between Groups	4216150,000	6	702691,667	8,931	,000
	Within Groups	1652201,250	21	78676,250		
	Total	5868351,250	27			

## Post Hoc Tests

### Multiple Comparisons

Tukey HSD

Dependent Variable	(I) Fator	(J) Fator	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
Conjunto	1	2	-384,0000	124,5798	,071	-788,982	20,982
		3	-355,5000	124,5798	,110	-760,482	49,482
		4	-746,0000(*)	124,5798	,000	-1150,982	-341,018
		5	-377,7500	124,5798	,078	-782,732	27,232
		6	-640,5000(*)	124,5798	,001	-1045,482	-235,518
		7	-722,7500(*)	124,5798	,000	-1127,732	-317,768
	2	1	384,0000	124,5798	,071	-20,982	788,982
		3	28,5000	124,5798	1,000	-376,482	433,482
		4	-362,0000	124,5798	,100	-766,982	42,982
		5	6,2500	124,5798	1,000	-398,732	411,232
		6	-256,5000	124,5798	,410	-661,482	148,482
		7	-338,7500	124,5798	,142	-743,732	66,232
	3	1	355,5000	124,5798	,110	-49,482	760,482
		2	-28,5000	124,5798	1,000	-433,482	376,482
		4	-390,5000	124,5798	,063	-795,482	14,482
		5	-22,2500	124,5798	1,000	-427,232	382,732
		6	-285,0000	124,5798	,295	-689,982	119,982
		7	-367,2500	124,5798	,092	-772,232	37,732
	4	1	746,0000(*)	124,5798	,000	341,018	1150,982
		2	362,0000	124,5798	,100	-42,982	766,982
		3	390,5000	124,5798	,063	-14,482	795,482
		5	368,2500	124,5798	,091	-36,732	773,232
		6	105,5000	124,5798	,977	-299,482	510,482
		7	23,2500	124,5798	1,000	-381,732	428,232
	5	1	377,7500	124,5798	,078	-27,232	782,732

H1100	6	2	-6,2500	124,5798	1,000	-411,232	398,732
		3	22,2500	124,5798	1,000	-382,732	427,232
		4	-368,2500	124,5798	,091	-773,232	36,732
		6	-262,7500	124,5798	,383	-667,732	142,232
		7	-345,0000	124,5798	,129	-749,982	59,982
		1	640,5000(*)	124,5798	,001	235,518	1045,482
		2	256,5000	124,5798	,410	-148,482	661,482
		3	285,0000	124,5798	,295	-119,982	689,982
		4	-105,5000	124,5798	,977	-510,482	299,482
		5	262,7500	124,5798	,383	-142,232	667,732
	7	7	-82,2500	124,5798	,993	-487,232	322,732
		1	722,7500(*)	124,5798	,000	317,768	1127,732
		2	338,7500	124,5798	,142	-66,232	743,732
		3	367,2500	124,5798	,092	-37,732	772,232
		4	-23,2500	124,5798	1,000	-428,232	381,732
		5	345,0000	124,5798	,129	-59,982	749,982
		6	82,2500	124,5798	,993	-322,732	487,232
	1	2	-143,5000	109,4882	,840	-499,422	212,422
		3	-269,0000	109,4882	,225	-624,922	86,922
		4	-593,2500(*)	109,4882	,000	-949,172	-237,328
		5	-646,2500(*)	109,4882	,000	-1002,172	-290,328
		6	-792,7500(*)	109,4882	,000	-1148,672	-436,828
		7	-925,7500(*)	109,4882	,000	-1281,672	-569,828
	2	1	143,5000	109,4882	,840	-212,422	499,422
		3	-125,5000	109,4882	,906	-481,422	230,422
		4	-449,7500(*)	109,4882	,008	-805,672	-93,828
		5	-502,7500(*)	109,4882	,003	-858,672	-146,828
		6	-649,2500(*)	109,4882	,000	-1005,172	-293,328
		7	-782,2500(*)	109,4882	,000	-1138,172	-426,328
	3	1	269,0000	109,4882	,225	-86,922	624,922
		2	125,5000	109,4882	,906	-230,422	481,422
		4	-324,2500	109,4882	,090	-680,172	31,672
		5	-377,2500(*)	109,4882	,033	-733,172	-21,328
		6	-523,7500(*)	109,4882	,002	-879,672	-167,828
		7	-656,7500(*)	109,4882	,000	-1012,672	-300,828
	4	1	593,2500(*)	109,4882	,000	237,328	949,172
		2	449,7500(*)	109,4882	,008	93,828	805,672
		3	324,2500	109,4882	,090	-31,672	680,172
		5	-53,0000	109,4882	,999	-408,922	302,922
		6	-199,5000	109,4882	,549	-555,422	156,422
		7	-332,5000	109,4882	,077	-688,422	23,422
	5	1	646,2500(*)	109,4882	,000	290,328	1002,172
		2	502,7500(*)	109,4882	,003	146,828	858,672
		3	377,2500(*)	109,4882	,033	21,328	733,172
		4	53,0000	109,4882	,999	-302,922	408,922
		6	-146,5000	109,4882	,827	-502,422	209,422
		7	-279,5000	109,4882	,191	-635,422	76,422
	6	1	792,7500(*)	109,4882	,000	436,828	1148,672
		2	649,2500(*)	109,4882	,000	293,328	1005,172
		3	523,7500(*)	109,4882	,002	167,828	879,672
		4	199,5000	109,4882	,549	-156,422	555,422
		5	146,5000	109,4882	,827	-209,422	502,422



H400	7	7	-133,0000	109,4882	,881	-488,922	222,922
		1	925,7500(*)	109,4882	,000	569,828	1281,672
		2	782,2500(*)	109,4882	,000	426,328	1138,172
		3	656,7500(*)	109,4882	,000	300,828	1012,672
		4	332,5000	109,4882	,077	-23,422	688,422
		5	279,5000	109,4882	,191	-76,422	635,422
		6	133,0000	109,4882	,881	-222,922	488,922
	1	2	-51,5000	198,3384	1,000	-696,255	593,255
		3	-343,7500	198,3384	,603	-988,505	301,005
		4	-879,7500(*)	198,3384	,004	-1524,505	-234,995
		5	-1052,5000(*)	198,3384	,000	-1697,255	-407,745
		6	-656,7500(*)	198,3384	,044	-1301,505	-11,995
		7	-846,5000(*)	198,3384	,005	-1491,255	-201,745
	2	1	51,5000	198,3384	1,000	-593,255	696,255
		3	-292,2500	198,3384	,757	-937,005	352,505
		4	-828,2500(*)	198,3384	,007	-1473,005	-183,495
		5	-1001,0000(*)	198,3384	,001	-1645,755	-356,245
		6	-605,2500	198,3384	,075	-1250,005	39,505
		7	-795,0000(*)	198,3384	,010	-1439,755	-150,245
	3	1	343,7500	198,3384	,603	-301,005	988,505
		2	292,2500	198,3384	,757	-352,505	937,005
		4	-536,0000	198,3384	,146	-1180,755	108,755
		5	-708,7500(*)	198,3384	,025	-1353,505	-63,995
		6	-313,0000	198,3384	,697	-957,755	331,755
		7	-502,7500	198,3384	,197	-1147,505	142,005
	4	1	879,7500(*)	198,3384	,004	234,995	1524,505
		2	828,2500(*)	198,3384	,007	183,495	1473,005
		3	536,0000	198,3384	,146	-108,755	1180,755
		5	-172,7500	198,3384	,973	-817,505	472,005
		6	223,0000	198,3384	,913	-421,755	867,755
		7	33,2500	198,3384	1,000	-611,505	678,005
	5	1	1052,5000(*)	198,3384	,000	407,745	1697,255
		2	1001,0000(*)	198,3384	,001	356,245	1645,755
		3	708,7500(*)	198,3384	,025	63,995	1353,505
		4	172,7500	198,3384	,973	-472,005	817,505
		6	395,7500	198,3384	,446	-249,005	1040,505
		7	206,0000	198,3384	,939	-438,755	850,755
	6	1	656,7500(*)	198,3384	,044	11,995	1301,505
		2	605,2500	198,3384	,075	-39,505	1250,005
		3	313,0000	198,3384	,697	-331,755	957,755
		4	-223,0000	198,3384	,913	-867,755	421,755
		5	-395,7500	198,3384	,446	-1040,505	249,005
		7	-189,7500	198,3384	,958	-834,505	455,005
	7	1	846,5000(*)	198,3384	,005	201,745	1491,255
		2	795,0000(*)	198,3384	,010	150,245	1439,755
		3	502,7500	198,3384	,197	-142,005	1147,505
		4	-33,2500	198,3384	1,000	-678,005	611,505
		5	-206,0000	198,3384	,939	-850,755	438,755
		6	189,7500	198,3384	,958	-455,005	834,505

\* The mean difference is significant at the .05 level.

## Homogeneous Subsets

### Conjunto

Tukey HSD

Fator	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
1	4	377,000	
3	4	732,500	732,500
5	4	754,750	754,750
2	4	761,000	761,000
6	4		1017,500
7	4		1099,750
4	4		1123,000
Sig.		,071	,063

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

### H1100

Tukey HSD

Fator	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
1	4	377,000		
2	4	520,500		
3	4	646,000	646,000	
4	4		970,250	970,250
5	4			1023,250
6	4			1169,750
7	4			1302,750
Sig.		,225	,090	,077

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

### H400

Tukey HSD

Fator	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
1	4	377,000			
2	4	428,500	428,500		
3	4	720,750	720,750	720,750	
6	4		1033,750	1033,750	1033,750
7	4			1223,500	1223,500
4	4			1256,750	1256,750
5	4				1429,500
Sig.		,603	,075	,146	,446

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

## PERMEÂNCIA

### ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Conjunto	Between Groups	839,232	6	139,872	32,146	,000
	Within Groups	91,375	21	4,351		
	Total	930,607	27			
H1100	Between Groups	1218,444	6	203,074	74,370	,000
	Within Groups	57,343	21	2,731		
	Total	1275,787	27			
H400	Between Groups	1701,304	6	283,551	47,589	,000
	Within Groups	125,125	21	5,958		
	Total	1826,429	27			

## Post Hoc Tests

### Multiple Comparisons

Tukey HSD

Dependent Variable	(I) Fator	(J) Fator	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
Conjunto	1	2	12,6250(*)	1,4750	,000	7,830	17,420
		3	13,2500(*)	1,4750	,000	8,455	18,045
		4	14,1250(*)	1,4750	,000	9,330	18,920
		5	14,0000(*)	1,4750	,000	9,205	18,795
		6	16,7500(*)	1,4750	,000	11,955	21,545
		7	18,0000(*)	1,4750	,000	13,205	22,795
	2	1	-12,6250(*)	1,4750	,000	-17,420	-7,830
		3	,6250	1,4750	,999	-4,170	5,420
		4	1,5000	1,4750	,944	-3,295	6,295
		5	1,3750	1,4750	,963	-3,420	6,170
		6	4,1250	1,4750	,123	-,670	8,920
		7	5,3750(*)	1,4750	,022	,580	10,170
	3	1	-13,2500(*)	1,4750	,000	-18,045	-8,455
		2	-,6250	1,4750	,999	-5,420	4,170
		4	,8750	1,4750	,996	-3,920	5,670
		5	,7500	1,4750	,998	-4,045	5,545
		6	3,5000	1,4750	,258	-1,295	8,295
		7	4,7500	1,4750	,053	-,045	9,545
	4	1	-14,1250(*)	1,4750	,000	-18,920	-9,330
		2	-1,5000	1,4750	,944	-6,295	3,295
		3	-,8750	1,4750	,996	-5,670	3,920

H1100	5	5	-1,250	1,4750	1,000	-4,920	4,670
		6	2,6250	1,4750	,575	-2,170	7,420
		7	3,8750	1,4750	,168	-,920	8,670
		1	-14,0000(*)	1,4750	,000	-18,795	-9,205
	6	2	-1,3750	1,4750	,963	-6,170	3,420
		3	-,7500	1,4750	,998	-5,545	4,045
		4	,1250	1,4750	1,000	-4,670	4,920
		6	2,7500	1,4750	,523	-2,045	7,545
	7	7	4,0000	1,4750	,144	-,795	8,795
		1	-16,7500(*)	1,4750	,000	-21,545	-11,955
		2	-4,1250	1,4750	,123	-8,920	,670
		3	-3,5000	1,4750	,258	-8,295	1,295
	7	4	-2,6250	1,4750	,575	-7,420	2,170
		5	-2,7500	1,4750	,523	-7,545	2,045
		7	1,2500	1,4750	,977	-3,545	6,045
		1	-18,0000(*)	1,4750	,000	-22,795	-13,205
	1	2	-5,3750(*)	1,4750	,022	-10,170	-,580
		3	-4,7500	1,4750	,053	-9,545	,045
		4	-3,8750	1,4750	,168	-8,670	,920
		5	-4,0000	1,4750	,144	-8,795	,795
	2	6	-1,2500	1,4750	,977	-6,045	3,545
		2	7,5000(*)	1,1685	,000	3,702	11,298
		3	11,5000(*)	1,1685	,000	7,702	15,298
		4	16,8000(*)	1,1685	,000	13,002	20,598
	3	5	17,3750(*)	1,1685	,000	13,577	21,173
		6	18,3750(*)	1,1685	,000	14,577	22,173
		7	19,3750(*)	1,1685	,000	15,577	23,173
		1	-7,5000(*)	1,1685	,000	-11,298	-3,702
	4	3	4,0000(*)	1,1685	,035	,202	7,798
		4	9,3000(*)	1,1685	,000	5,502	13,098
		5	9,8750(*)	1,1685	,000	6,077	13,673
		6	10,8750(*)	1,1685	,000	7,077	14,673
	5	7	11,8750(*)	1,1685	,000	8,077	15,673
		1	-11,5000(*)	1,1685	,000	-15,298	-7,702
		2	-4,0000(*)	1,1685	,035	-7,798	-,202
		4	5,3000(*)	1,1685	,003	1,502	9,098
	6	5	5,8750(*)	1,1685	,001	2,077	9,673
		6	6,8750(*)	1,1685	,000	3,077	10,673
		7	7,8750(*)	1,1685	,000	4,077	11,673
		1	-16,8000(*)	1,1685	,000	-20,598	-13,002
	7	2	-9,3000(*)	1,1685	,000	-13,098	-5,502
		3	-5,3000(*)	1,1685	,003	-9,098	-1,502
		5	,5750	1,1685	,999	-3,223	4,373
		6	1,5750	1,1685	,822	-2,223	5,373
	8	7	2,5750	1,1685	,335	-1,223	6,373
		1	-17,3750(*)	1,1685	,000	-21,173	-13,577
		2	-9,8750(*)	1,1685	,000	-13,673	-6,077
		3	-5,8750(*)	1,1685	,001	-9,673	-2,077
	9	4	-,5750	1,1685	,999	-4,373	3,223
		6	1,0000	1,1685	,975	-2,798	4,798

H400	6	7	2,0000	1,1685	,616	-1,798	5,798
		1	-18,3750(*)	1,1685	,000	-22,173	-14,577
		2	-10,8750(*)	1,1685	,000	-14,673	-7,077
		3	-6,8750(*)	1,1685	,000	-10,673	-3,077
		4	-1,5750	1,1685	,822	-5,373	2,223
		5	-1,0000	1,1685	,975	-4,798	2,798
		7	1,0000	1,1685	,975	-2,798	4,798
	7	1	-19,3750(*)	1,1685	,000	-23,173	-15,577
		2	-11,8750(*)	1,1685	,000	-15,673	-8,077
		3	-7,8750(*)	1,1685	,000	-11,673	-4,077
		4	-2,5750	1,1685	,335	-6,373	1,223
		5	-2,0000	1,1685	,616	-5,798	1,798
		6	-1,0000	1,1685	,975	-4,798	2,798
		7	1,0000	1,1685	,975	-2,798	4,798
	1	2	2,6250	1,7260	,730	-2,986	8,236
		3	13,0000(*)	1,7260	,000	7,389	18,611
		4	18,7500(*)	1,7260	,000	13,139	24,361
		5	19,1250(*)	1,7260	,000	13,514	24,736
		6	19,0000(*)	1,7260	,000	13,389	24,611
		7	19,5000(*)	1,7260	,000	13,889	25,111
		7	19,5000(*)	1,7260	,000	13,889	25,111
	2	1	-2,6250	1,7260	,730	-8,236	2,986
		3	10,3750(*)	1,7260	,000	4,764	15,986
		4	16,1250(*)	1,7260	,000	10,514	21,736
		5	16,5000(*)	1,7260	,000	10,889	22,111
		6	16,3750(*)	1,7260	,000	10,764	21,986
		7	16,8750(*)	1,7260	,000	11,264	22,486
		7	16,8750(*)	1,7260	,000	11,264	22,486
	3	1	-13,0000(*)	1,7260	,000	-18,611	-7,389
		2	-10,3750(*)	1,7260	,000	-15,986	-4,764
		4	5,7500(*)	1,7260	,042	,139	11,361
		5	6,1250(*)	1,7260	,027	,514	11,736
		6	6,0000(*)	1,7260	,031	,389	11,611
		7	6,5000(*)	1,7260	,017	,889	12,111
		7	6,5000(*)	1,7260	,017	,889	12,111
	4	1	-18,7500(*)	1,7260	,000	-24,361	-13,139
		2	-16,1250(*)	1,7260	,000	-21,736	-10,514
		3	-5,7500(*)	1,7260	,042	-11,361	-,139
		5	,3750	1,7260	1,000	-5,236	5,986
		6	,2500	1,7260	1,000	-5,361	5,861
		7	,7500	1,7260	,999	-4,861	6,361
		7	,7500	1,7260	,999	-4,861	6,361
	5	1	-19,1250(*)	1,7260	,000	-24,736	-13,514
		2	-16,5000(*)	1,7260	,000	-22,111	-10,889
		3	-6,1250(*)	1,7260	,027	-11,736	-,514
		4	-,3750	1,7260	1,000	-5,986	5,236
		6	-,1250	1,7260	1,000	-5,736	5,486
		7	,3750	1,7260	1,000	-5,236	5,986
		7	,3750	1,7260	1,000	-5,236	5,986
	6	1	-19,0000(*)	1,7260	,000	-24,611	-13,389
		2	-16,3750(*)	1,7260	,000	-21,986	-10,764
		3	-6,0000(*)	1,7260	,031	-11,611	-,389
		4	-,2500	1,7260	1,000	-5,861	5,361
		5	,1250	1,7260	1,000	-5,486	5,736
		7	,5000	1,7260	1,000	-5,111	6,111
		7	,5000	1,7260	1,000	-5,111	6,111
	7	1	-19,5000(*)	1,7260	,000	-25,111	-13,889

	2	-16,8750(*)	1,7260	,000	-22,486	-11,264
	3	-6,5000(*)	1,7260	,017	-12,111	-,889
	4	-,7500	1,7260	,999	-6,361	4,861
	5	-,3750	1,7260	1,000	-5,986	5,236
	6	-,5000	1,7260	1,000	-6,111	5,111

\* The mean difference is significant at the .05 level.

## Homogeneous Subsets

### Conjunto

Tukey HSD

Factor	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
7	4	9,500		
6	4	10,750	10,750	
4	4	13,375	13,375	
5	4	13,500	13,500	
3	4	14,250	14,250	
2	4		14,875	
1	4			27,500
Sig.		,053	,123	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

### H1100

Tukey HSD

Factor	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
7	4	8,125			
6	4	9,125			
5	4	10,125			
4	4	10,700			
3	4		16,000		
2	4			20,000	
1	4				27,500
Sig.		,335	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

**H400**

Tukey HSD

Factor	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
7	4	8,000		
5	4	8,375		
6	4	8,500		
4	4	8,750		
3	4		14,500	
2	4			24,875
1	4			27,500
Sig.		,999	1,000	,730

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

## RASGO

### ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Conjunto	Between Groups	35375,357	6	5895,893	2,793	,037
	Within Groups	44333,500	21	2111,119		
	Total	79708,857	27			
H1100	Between Groups	32507,929	6	5417,988	2,171	,087
	Within Groups	52398,500	21	2495,167		
	Total	84906,429	27			
H400	Between Groups	28191,357	6	4698,560	2,191	,085
	Within Groups	45030,500	21	2144,310		
	Total	73221,857	27			

## Post Hoc Tests

### Multiple Comparisons

Tukey HSD

Dependent Variable	(I) Fator	(J) Fator	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
Conjunto	1	2	22,2500	32,4894	,992	-83,366	127,866
		3	7,2500	32,4894	1,000	-98,366	112,866
		4	-47,5000	32,4894	,763	-153,116	58,116
		5	-12,7500	32,4894	1,000	-118,366	92,866
		6	-81,7500	32,4894	,203	-187,366	23,866
		7	-57,7500	32,4894	,576	-163,366	47,866
	2	1	-22,2500	32,4894	,992	-127,866	83,366
		3	-15,0000	32,4894	,999	-120,616	90,616
		4	-69,7500	32,4894	,363	-175,366	35,866
		5	-35,0000	32,4894	,928	-140,616	70,616
		6	-	32,4894	,055	-209,616	1,616
		7	104,0000	32,4894	,223	-185,616	25,616
	3	1	-7,2500	32,4894	1,000	-112,866	98,366
		2	15,0000	32,4894	,999	-90,616	120,616
		4	-54,7500	32,4894	,632	-160,366	50,866
		5	-20,0000	32,4894	,996	-125,616	85,616
		6	-89,0000	32,4894	,137	-194,616	16,616
		7	-65,0000	32,4894	,443	-170,616	40,616
	4	1	47,5000	32,4894	,763	-58,116	153,116



H1100	5	2	69,7500	32,4894	,363	-35,866	175,366
		3	54,7500	32,4894	,632	-50,866	160,366
		5	34,7500	32,4894	,930	-70,866	140,366
		6	-34,2500	32,4894	,935	-139,866	71,366
		7	-10,2500	32,4894	1,000	-115,866	95,366
		1	12,7500	32,4894	1,000	-92,866	118,366
		2	35,0000	32,4894	,928	-70,616	140,616
	6	3	20,0000	32,4894	,996	-85,616	125,616
		4	-34,7500	32,4894	,930	-140,366	70,866
		6	-69,0000	32,4894	,375	-174,616	36,616
		7	-45,0000	32,4894	,803	-150,616	60,616
		1	81,7500	32,4894	,203	-23,866	187,366
		2	104,0000	32,4894	,055	-1,616	209,616
		3	89,0000	32,4894	,137	-16,616	194,616
	7	4	34,2500	32,4894	,935	-71,366	139,866
		5	69,0000	32,4894	,375	-36,616	174,616
		7	24,0000	32,4894	,988	-81,616	129,616
		1	57,7500	32,4894	,576	-47,866	163,366
		2	80,0000	32,4894	,223	-25,616	185,616
		3	65,0000	32,4894	,443	-40,616	170,616
		4	10,2500	32,4894	1,000	-95,366	115,866
	1	5	45,0000	32,4894	,803	-60,616	150,616
		6	-24,0000	32,4894	,988	-129,616	81,616
		2	11,7500	35,3211	1,000	-103,071	126,571
		3	23,7500	35,3211	,993	-91,071	138,571
		4	-37,2500	35,3211	,934	-152,071	77,571
		5	-44,7500	35,3211	,859	-159,571	70,071
		6	-71,5000	35,3211	,430	-186,321	43,321
	2	7	-57,7500	35,3211	,663	-172,571	57,071
		1	-11,7500	35,3211	1,000	-126,571	103,071
		3	12,0000	35,3211	1,000	-102,821	126,821
		4	-49,0000	35,3211	,802	-163,821	65,821
		5	-56,5000	35,3211	,684	-171,321	58,321
		6	-83,2500	35,3211	,265	-198,071	31,571
		7	-69,5000	35,3211	,462	-184,321	45,321
	3	1	-23,7500	35,3211	,993	-138,571	91,071
		2	-12,0000	35,3211	1,000	-126,821	102,821
		4	-61,0000	35,3211	,607	-175,821	53,821
		5	-68,5000	35,3211	,478	-183,321	46,321
		6	-95,2500	35,3211	,148	-210,071	19,571
		7	-81,5000	35,3211	,286	-196,321	33,321
	4	1	37,2500	35,3211	,934	-77,571	152,071
		2	49,0000	35,3211	,802	-65,821	163,821
		3	61,0000	35,3211	,607	-53,821	175,821
		5	-7,5000	35,3211	1,000	-122,321	107,321
		6	-34,2500	35,3211	,955	-149,071	80,571
		7	-20,5000	35,3211	,997	-135,321	94,321
	5	1	44,7500	35,3211	,859	-70,071	159,571
		2	56,5000	35,3211	,684	-58,321	171,321
		3	68,5000	35,3211	,478	-46,321	183,321

H400	6	4	7,5000	35,3211	1,000	-107,321	122,321	
		6	-26,7500	35,3211	,987	-141,571	88,071	
		7	-13,0000	35,3211	1,000	-127,821	101,821	
		1	71,5000	35,3211	,430	-43,321	186,321	
		2	83,2500	35,3211	,265	-31,571	198,071	
		3	95,2500	35,3211	,148	-19,571	210,071	
		4	34,2500	35,3211	,955	-80,571	149,071	
		5	26,7500	35,3211	,987	-88,071	141,571	
		7	13,7500	35,3211	1,000	-101,071	128,571	
		7	1	57,7500	35,3211	,663	-57,071	172,571
			2	69,5000	35,3211	,462	-45,321	184,321
			3	81,5000	35,3211	,286	-33,321	196,321
			4	20,5000	35,3211	,997	-94,321	135,321
	5		13,0000	35,3211	1,000	-101,821	127,821	
	6		-13,7500	35,3211	1,000	-128,571	101,071	
	1		2	,2500	32,7438	1,000	-106,193	106,693
			3	-16,2500	32,7438	,999	-122,693	90,193
			4	-59,2500	32,7438	,556	-165,693	47,193
			5	-,2500	32,7438	1,000	-106,693	106,193
			6	-76,7500	32,7438	,270	-183,193	29,693
			7	-63,5000	32,7438	,478	-169,943	42,943
			2	1	-,2500	32,7438	1,000	-106,693
		3		-16,5000	32,7438	,999	-122,943	89,943
		4		-59,5000	32,7438	,552	-165,943	46,943
		5		-,5000	32,7438	1,000	-106,943	105,943
		6		-77,0000	32,7438	,267	-183,443	29,443
		7		-63,7500	32,7438	,474	-170,193	42,693
		3		1	16,2500	32,7438	,999	-90,193
	2			16,5000	32,7438	,999	-89,943	122,943
	4			-43,0000	32,7438	,838	-149,443	63,443
	5			16,0000	32,7438	,999	-90,443	122,443
	6			-60,5000	32,7438	,533	-166,943	45,943
	7			-47,2500	32,7438	,773	-153,693	59,193
	4			1	59,2500	32,7438	,556	-47,193
			2	59,5000	32,7438	,552	-46,943	165,943
			3	43,0000	32,7438	,838	-63,443	149,443
			5	59,0000	32,7438	,561	-47,443	165,443
			6	-17,5000	32,7438	,998	-123,943	88,943
			7	-4,2500	32,7438	1,000	-110,693	102,193
			5	1	,2500	32,7438	1,000	-106,193
		2		,5000	32,7438	1,000	-105,943	106,943
		3		-16,0000	32,7438	,999	-122,443	90,443
		4		-59,0000	32,7438	,561	-165,443	47,443
		6		-76,5000	32,7438	,273	-182,943	29,943
		7		-63,2500	32,7438	,483	-169,693	43,193
		6		1	76,7500	32,7438	,270	-29,693
	2			77,0000	32,7438	,267	-29,443	183,443
	3			60,5000	32,7438	,533	-45,943	166,943
	4			17,5000	32,7438	,998	-88,943	123,943
	5			76,5000	32,7438	,273	-29,943	182,943

	7	13,2500	32,7438	1,000	-93,193	119,693
7	1	63,5000	32,7438	,478	-42,943	169,943
	2	63,7500	32,7438	,474	-42,693	170,193
	3	47,2500	32,7438	,773	-59,193	153,693
	4	4,2500	32,7438	1,000	-102,193	110,693
	5	63,2500	32,7438	,483	-43,193	169,693
	6	-13,2500	32,7438	1,000	-119,693	93,193

## Homogeneous Subsets

### Conjunto

Tukey HSD

Fator	N	Subset for alpha = .05
		1
2	4	868,000
3	4	883,000
1	4	890,250
5	4	903,000
4	4	937,750
7	4	948,000
6	4	972,000
Sig.		,055

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

**H1100**

Tukey HSD

		Subset for alpha = .05
Fator	N	1
3	4	866,500
2	4	878,500
1	4	890,250
4	4	927,500
5	4	935,000
7	4	948,000
6	4	961,750
Sig.		,148

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

**H400**

Tukey HSD

		Subset for alpha = .05
Fator	N	1
2	4	890,000
1	4	890,250
5	4	890,500
3	4	906,500
4	4	949,500
7	4	953,750
6	4	967,000
Sig.		,267

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

## TRAÇÃO

### ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Conjun to	Between Groups	4696197,571	6	782699,595	3,177	,008
	Within Groups	18968314,750	77	246341,750		
	Total	23664512,321	83			
H1100	Between Groups	5793495,976	6	965582,663	4,203	,001
	Within Groups	17689154,917	77	229729,285		
	Total	23482650,893	83			
H400	Between Groups	4087830,476	6	681305,079	8,311	,000
	Within Groups	6312043,083	77	81974,585		
	Total	10399873,560	83			

## Post Hoc Tests

### Multiple Comparisons

Tukey HSD

Dependent Variable	(I) Fator	(J) Fator	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
Conjunto	1	2	-106,5833	202,6252	,998	-720,064	506,897
		3	474,6667	202,6252	,238	-138,814	1088,147
		4	97,5000	202,6252	,999	-515,980	710,980
		5	461,5000	202,6252	,268	-151,980	1074,980
		6	332,0833	202,6252	,658	-281,397	945,564
		7	526,9167	202,6252	,140	-86,564	1140,397
	2	1	106,5833	202,6252	,998	-506,897	720,064
		3	581,2500	202,6252	,075	-32,230	1194,730
		4	204,0833	202,6252	,951	-409,397	817,564
		5	568,0833	202,6252	,088	-45,397	1181,564
		6	438,6667	202,6252	,327	-174,814	1052,147
		7	633,5000(*)	202,6252	,038	20,020	1246,980
	3	1	-474,6667	202,6252	,238	-1088,147	138,814
		2	-581,2500	202,6252	,075	-1194,730	32,230
		4	-377,1667	202,6252	,512	-990,647	236,314
		5	-13,1667	202,6252	1,000	-626,647	600,314
		6	-142,5833	202,6252	,992	-756,064	470,897
		7	52,2500	202,6252	1,000	-561,230	665,730
	4	1	-97,5000	202,6252	,999	-710,980	515,980
		2	-204,0833	202,6252	,951	-817,564	409,397

H1100	5	3	377,1667	202,6252	,512	-236,314	990,647
		5	364,0000	202,6252	,555	-249,480	977,480
		6	234,5833	202,6252	,908	-378,897	848,064
		7	429,4167	202,6252	,352	-184,064	1042,897
		1	-461,5000	202,6252	,268	-1074,980	151,980
		2	-568,0833	202,6252	,088	-1181,564	45,397
		3	13,1667	202,6252	1,000	-600,314	626,647
		4	-364,0000	202,6252	,555	-977,480	249,480
		6	-129,4167	202,6252	,995	-742,897	484,064
		7	65,4167	202,6252	1,000	-548,064	678,897
	6	1	-332,0833	202,6252	,658	-945,564	281,397
		2	-438,6667	202,6252	,327	-1052,147	174,814
		3	142,5833	202,6252	,992	-470,897	756,064
		4	-234,5833	202,6252	,908	-848,064	378,897
		5	129,4167	202,6252	,995	-484,064	742,897
	7	7	194,8333	202,6252	,961	-418,647	808,314
		1	-526,9167	202,6252	,140	-1140,397	86,564
		2	-633,5000(*)	202,6252	,038	-1246,980	-20,020
		3	-52,2500	202,6252	1,000	-665,730	561,230
		4	-429,4167	202,6252	,352	-1042,897	184,064
	1	5	-65,4167	202,6252	1,000	-678,897	548,064
		6	-194,8333	202,6252	,961	-808,314	418,647
		2	-277,5833	195,6737	,790	-870,017	314,851
		3	242,5833	195,6737	,876	-349,851	835,017
		4	387,1667	195,6737	,436	-205,267	979,601
	2	5	526,0833	195,6737	,115	-66,351	1118,517
		6	454,2500	195,6737	,247	-138,184	1046,684
		7	329,0833	195,6737	,630	-263,351	921,517
		1	277,5833	195,6737	,790	-314,851	870,017
		3	520,1667	195,6737	,123	-72,267	1112,601
	3	4	664,7500(*)	195,6737	,018	72,316	1257,184
		5	803,6667(*)	195,6737	,002	211,233	1396,101
		6	731,8333(*)	195,6737	,006	139,399	1324,267
		7	606,6667(*)	195,6737	,041	14,233	1199,101
		1	-242,5833	195,6737	,876	-835,017	349,851
	4	2	-520,1667	195,6737	,123	-1112,601	72,267
		4	144,5833	195,6737	,990	-447,851	737,017
		5	283,5000	195,6737	,773	-308,934	875,934
		6	211,6667	195,6737	,932	-380,767	804,101
		7	86,5000	195,6737	,999	-505,934	678,934
	5	1	-387,1667	195,6737	,436	-979,601	205,267
		2	-664,7500(*)	195,6737	,018	-1257,184	-72,316
		3	-144,5833	195,6737	,990	-737,017	447,851
		5	138,9167	195,6737	,992	-453,517	731,351
		6	67,0833	195,6737	1,000	-525,351	659,517
	5	7	-58,0833	195,6737	1,000	-650,517	534,351
		1	-526,0833	195,6737	,115	-1118,517	66,351
		2	-803,6667(*)	195,6737	,002	-1396,101	-211,233
		3	-283,5000	195,6737	,773	-875,934	308,934
		4	-138,9167	195,6737	,992	-731,351	453,517

H400	6	6	-71,8333	195,6737	1,000	-664,267	520,601
		7	-197,0000	195,6737	,951	-789,434	395,434
		1	-454,2500	195,6737	,247	-1046,684	138,184
		2	-731,8333(*)	195,6737	,006	-1324,267	-139,399
		3	-211,6667	195,6737	,932	-804,101	380,767
		4	-67,0833	195,6737	1,000	-659,517	525,351
	7	5	71,8333	195,6737	1,000	-520,601	664,267
		7	-125,1667	195,6737	,995	-717,601	467,267
		1	-329,0833	195,6737	,630	-921,517	263,351
		2	-606,6667(*)	195,6737	,041	-1199,101	-14,233
		3	-86,5000	195,6737	,999	-678,934	505,934
		4	58,0833	195,6737	1,000	-534,351	650,517
	1	5	197,0000	195,6737	,951	-395,434	789,434
		6	125,1667	195,6737	,995	-467,267	717,601
		2	37,9167	116,8864	1,000	-315,976	391,809
		3	60,0000	116,8864	,999	-293,892	413,892
		4	389,0833(*)	116,8864	,022	35,191	742,976
		5	651,2500(*)	116,8864	,000	297,358	1005,142
	2	6	123,8333	116,8864	,938	-230,059	477,726
		7	319,6667	116,8864	,103	-34,226	673,559
		1	-37,9167	116,8864	1,000	-391,809	315,976
		3	22,0833	116,8864	1,000	-331,809	375,976
		4	351,1667	116,8864	,053	-2,726	705,059
		5	613,3333(*)	116,8864	,000	259,441	967,226
	3	6	85,9167	116,8864	,990	-267,976	439,809
		7	281,7500	116,8864	,208	-72,142	635,642
		1	-60,0000	116,8864	,999	-413,892	293,892
		2	-22,0833	116,8864	1,000	-375,976	331,809
		4	329,0833	116,8864	,085	-24,809	682,976
		5	591,2500(*)	116,8864	,000	237,358	945,142
	4	6	63,8333	116,8864	,998	-290,059	417,726
		7	259,6667	116,8864	,296	-94,226	613,559
		1	-389,0833(*)	116,8864	,022	-742,976	-35,191
		2	-351,1667	116,8864	,053	-705,059	2,726
		3	-329,0833	116,8864	,085	-682,976	24,809
		5	262,1667	116,8864	,285	-91,726	616,059
	5	6	-265,2500	116,8864	,272	-619,142	88,642
		7	-69,4167	116,8864	,997	-423,309	284,476
		1	-651,2500(*)	116,8864	,000	-1005,142	-297,358
		2	-613,3333(*)	116,8864	,000	-967,226	-259,441
		3	-591,2500(*)	116,8864	,000	-945,142	-237,358
		4	-262,1667	116,8864	,285	-616,059	91,726
	6	6	-527,4167(*)	116,8864	,000	-881,309	-173,524
		7	-331,5833	116,8864	,081	-685,476	22,309
		1	-123,8333	116,8864	,938	-477,726	230,059
		2	-85,9167	116,8864	,990	-439,809	267,976
		3	-63,8333	116,8864	,998	-417,726	290,059
		4	265,2500	116,8864	,272	-88,642	619,142
		5	527,4167(*)	116,8864	,000	173,524	881,309
		7	195,8333	116,8864	,634	-158,059	549,726

7	1	-319,6667	116,8864	,103	-673,559	34,226
	2	-281,7500	116,8864	,208	-635,642	72,142
	3	-259,6667	116,8864	,296	-613,559	94,226
	4	69,4167	116,8864	,997	-284,476	423,309
	5	331,5833	116,8864	,081	-22,309	685,476
	6	-195,8333	116,8864	,634	-549,726	158,059

\* The mean difference is significant at the .05 level.

## Homogeneous Subsets

### Conjunto

Tukey HSD

Factor	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
7	12	6733,917	
3	12	6786,167	6786,167
5	12	6799,333	6799,333
6	12	6928,750	6928,750
4	12	7163,333	7163,333
1	12	7260,833	7260,833
2	12		7367,417
Sig.		,140	,075

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

### H1100

Tukey HSD

Factor	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
5	12	6734,750	
6	12	6806,583	
4	12	6873,667	
7	12	6931,750	
3	12	7018,250	7018,250
1	12	7260,833	7260,833
2	12		7538,417
Sig.		,115	,123

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.



**H400**

Tukey HSD

Factor	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
5	12	6609,583		
4	12	6871,750	6871,750	
7	12	6941,167	6941,167	6941,167
6	12		7137,000	7137,000
3	12		7200,833	7200,833
2	12		7222,917	7222,917
1	12			7260,833
Sig.		,081	,053	,103

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

## ARREBENTAMENTO COM VARIAÇÃO DE UMIDADE

### ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Pinus70	Between Groups	124622,400	4	31155,600	49,035	,000
	Within Groups	22238,000	35	635,371		
	Total	146860,400	39			
Pinus75	Between Groups	60047,100	4	15011,775	27,890	,000
	Within Groups	18838,875	35	538,254		
	Total	78885,975	39			
Pinus80	Between Groups	50939,600	4	12734,900	16,471	,000
	Within Groups	27061,500	35	773,186		
	Total	78001,100	39			
Pinus85	Between Groups	49178,650	4	12294,663	36,084	,000
	Within Groups	11925,250	35	340,721		
	Total	61103,900	39			
Eucalipto	Between Groups	56878,600	4	14219,650	13,099	,000
	Within Groups	37993,375	35	1085,525		
	Total	94871,975	39			
Pinus100	Between Groups	52706,400	4	13176,600	9,630	,000
	Within Groups	47891,500	35	1368,329		
	Total	100597,900	39			

## Post Hoc Tests

### Multiple Comparisons

Tukey HSD

Dependent Variable	(I) Fator	(J) Fator	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
Pinus70	1	2	-5,2500	12,6033	,993	-41,485	30,985
		3	-23,2500	12,6033	,365	-59,485	12,985
		4	57,6250(*)	12,6033	,001	21,390	93,860
		5	129,2500(*)	12,6033	,000	93,015	165,485
	2	1	5,2500	12,6033	,993	-30,985	41,485
		3	-18,0000	12,6033	,614	-54,235	18,235
		4	62,8750(*)	12,6033	,000	26,640	99,110
		5	134,5000(*)	12,6033	,000	98,265	170,735
	3	1	23,2500	12,6033	,365	-12,985	59,485
		2	18,0000	12,6033	,614	-18,235	54,235
		4	80,8750(*)	12,6033	,000	44,640	117,110
		5	152,5000(*)	12,6033	,000	116,265	188,735
	4	1	-57,6250(*)	12,6033	,001	-93,860	-21,390

Pinus75	5	2	-62,8750(*)	12,6033	,000	-99,110	-26,640
		3	-80,8750(*)	12,6033	,000	-117,110	-44,640
		5	71,6250(*)	12,6033	,000	35,390	107,860
		1	-129,2500(*)	12,6033	,000	-165,485	-93,015
		2	-134,5000(*)	12,6033	,000	-170,735	-98,265
	1	3	-152,5000(*)	12,6033	,000	-188,735	-116,265
		4	-71,6250(*)	12,6033	,000	-107,860	-35,390
		2	,2500	11,6001	1,000	-33,101	33,601
		3	-23,2500	11,6001	,285	-56,601	10,101
		4	34,8750(*)	11,6001	,037	1,524	68,226
	2	5	88,0000(*)	11,6001	,000	54,649	121,351
		1	-,2500	11,6001	1,000	-33,601	33,101
		3	-23,5000	11,6001	,275	-56,851	9,851
		4	34,6250(*)	11,6001	,039	1,274	67,976
		5	87,7500(*)	11,6001	,000	54,399	121,101
	3	1	23,2500	11,6001	,285	-10,101	56,601
		2	23,5000	11,6001	,275	-9,851	56,851
		4	58,1250(*)	11,6001	,000	24,774	91,476
		5	111,2500(*)	11,6001	,000	77,899	144,601
		4	1	-34,8750(*)	11,6001	,037	-68,226
	2		-34,6250(*)	11,6001	,039	-67,976	-1,274
	3		-58,1250(*)	11,6001	,000	-91,476	-24,774
	5		53,1250(*)	11,6001	,001	19,774	86,476
	5		1	-88,0000(*)	11,6001	,000	-121,351
2		-87,7500(*)	11,6001	,000	-121,101	-54,399	
3		-111,2500(*)	11,6001	,000	-144,601	-77,899	
4		-53,1250(*)	11,6001	,001	-86,476	-19,774	
Pinus80		1	2	-23,0000	13,9031	,474	-62,972
	2	3	-38,7500	13,9031	,061	-78,722	1,222
		4	23,0000	13,9031	,474	-16,972	62,972
		5	62,6250(*)	13,9031	,001	22,653	102,597
		1	23,0000	13,9031	,474	-16,972	62,972
3		3	-15,7500	13,9031	,788	-55,722	24,222
	4	46,0000(*)	13,9031	,017	6,028	85,972	
	5	85,6250(*)	13,9031	,000	45,653	125,597	
	1	38,7500	13,9031	,061	-1,222	78,722	
	2	15,7500	13,9031	,788	-24,222	55,722	
4	4	61,7500(*)	13,9031	,001	21,778	101,722	
	5	101,3750(*)	13,9031	,000	61,403	141,347	
	1	-23,0000	13,9031	,474	-62,972	16,972	
	2	-46,0000(*)	13,9031	,017	-85,972	-6,028	
	3	-61,7500(*)	13,9031	,001	-101,722	-21,778	
5	5	39,6250	13,9031	,053	-,347	79,597	
	1	-62,6250(*)	13,9031	,001	-102,597	-22,653	
	2	-85,6250(*)	13,9031	,000	-125,597	-45,653	
	3	-101,3750(*)	13,9031	,000	-141,347	-61,403	
	4	-39,6250	13,9031	,053	-79,597	,347	
Pinus85	1	2	-12,2500	9,2293	,676	-38,785	14,285
	3	-37,1250(*)	9,2293	,003	-63,660	-10,590	
	4	12,6250	9,2293	,652	-13,910	39,160	
	5	68,2500(*)	9,2293	,000	41,715	94,785	

Eucalipto	2	1	12,2500	9,2293	,676	-14,285	38,785
		3	-24,8750	9,2293	,075	-51,410	1,660
		4	24,8750	9,2293	,075	-1,660	51,410
		5	80,5000(*)	9,2293	,000	53,965	107,035
		3	37,1250(*)	9,2293	,003	10,590	63,660
	3	2	24,8750	9,2293	,075	-1,660	51,410
		4	49,7500(*)	9,2293	,000	23,215	76,285
		5	105,3750(*)	9,2293	,000	78,840	131,910
	4	1	-12,6250	9,2293	,652	-39,160	13,910
		2	-24,8750	9,2293	,075	-51,410	1,660
		3	-49,7500(*)	9,2293	,000	-76,285	-23,215
		5	55,6250(*)	9,2293	,000	29,090	82,160
	5	1	-68,2500(*)	9,2293	,000	-94,785	-41,715
		2	-80,5000(*)	9,2293	,000	-107,035	-53,965
		3	-105,3750(*)	9,2293	,000	-131,910	-78,840
		4	-55,6250(*)	9,2293	,000	-82,160	-29,090
	1	2	21,7500	16,4737	,681	-25,613	69,113
		3	27,0000	16,4737	,484	-20,363	74,363
		4	75,0000(*)	16,4737	,001	27,637	122,363
		5	102,6250(*)	16,4737	,000	55,262	149,988
		2	-21,7500	16,4737	,681	-69,113	25,613
	2	3	5,2500	16,4737	,998	-42,113	52,613
		4	53,2500(*)	16,4737	,021	5,887	100,613
		5	80,8750(*)	16,4737	,000	33,512	128,238
		3	-27,0000	16,4737	,484	-74,363	20,363
		2	-5,2500	16,4737	,998	-52,613	42,113
	3	4	48,0000(*)	16,4737	,046	,637	95,363
		5	75,6250(*)	16,4737	,000	28,262	122,988
		4	-75,0000(*)	16,4737	,001	-122,363	-27,637
		2	-53,2500(*)	16,4737	,021	-100,613	-5,887
		3	-48,0000(*)	16,4737	,046	-95,363	-,637
	4	5	27,6250	16,4737	,461	-19,738	74,988
		1	-102,6250(*)	16,4737	,000	-149,988	-55,262
		2	-80,8750(*)	16,4737	,000	-128,238	-33,512
		3	-75,6250(*)	16,4737	,000	-122,988	-28,262
		4	-27,6250	16,4737	,461	-74,988	19,738
Pinus100	1	2	-43,5000	18,4955	,153	-96,676	9,676
		3	-80,2500(*)	18,4955	,001	-133,426	-27,074
		4	-43,3750	18,4955	,155	-96,551	9,801
		5	23,0000	18,4955	,726	-30,176	76,176
		2	43,5000	18,4955	,153	-9,676	96,676
	2	3	-36,7500	18,4955	,293	-89,926	16,426
		4	,1250	18,4955	1,000	-53,051	53,301
		5	66,5000(*)	18,4955	,008	13,324	119,676
		3	80,2500(*)	18,4955	,001	27,074	133,426
		2	36,7500	18,4955	,293	-16,426	89,926
	3	4	36,8750	18,4955	,290	-16,301	90,051
		5	103,2500(*)	18,4955	,000	50,074	156,426
		4	43,3750	18,4955	,155	-9,801	96,551
		2	-,1250	18,4955	1,000	-53,301	53,051
		3	-36,8750	18,4955	,290	-90,051	16,301

	5	66,3750(*)	18,4955	,008	13,199	119,551
5	1	-23,0000	18,4955	,726	-76,176	30,176
	2	-66,5000(*)	18,4955	,008	-119,676	-13,324
	3	-103,2500(*)	18,4955	,000	-156,426	-50,074
	4	-66,3750(*)	18,4955	,008	-119,551	-13,199

\* The mean difference is significant at the .05 level.

## Homogeneous Subsets

### Pinus70

Tukey HSD

Fator	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
5	8	290,625		
4	8		362,250	
1	8			419,875
2	8			425,125
3	8			443,125
Sig.		1,000	1,000	,365

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 8,000.

### Pinus75

Tukey HSD

Fator	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
5	8	341,500		
4	8		394,625	
2	8			429,250
1	8			429,500
3	8			452,750
Sig.		1,000	1,000	,275

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 8,000.

### Pinus80

Tukey HSD

Fator	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
5	8	367,000		
4	8	406,625	406,625	
1	8		429,625	429,625
2	8			452,625
3	8			468,375
Sig.		,053	,474	,061

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 8,000.

**Pinus85**

Tukey HSD

Fator	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
5	8	379,000		
4	8		434,625	
1	8		447,250	
2	8		459,500	459,500
3	8			484,375
Sig.		1,000	,075	,075

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 8,000.

**Eucalipto**

Tukey HSD

Fator	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
5	8	168,125	
4	8	195,750	
3	8		243,750
2	8		249,000
1	8		270,750
Sig.		,461	,484

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 8,000.

**Pinus100**

Tukey HSD

Fator	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
5	8	433,125		
1	8	456,125	456,125	
4	8		499,500	499,500
2	8		499,625	499,625
3	8			536,375
Sig.		,726	,153	,290

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 8,000.

## RASGO COM VARIAÇÃO DE UMIDADE

### ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Pinus70	Between Groups	1066022,783	4	266505,696	7,147	,002
	Within Groups	559302,217	15	37286,814		
	Total	1625325,000	19			
Pinus75	Between Groups	1313482,433	4	328370,608	15,870	,000
	Within Groups	310362,117	15	20690,808		
	Total	1623844,550	19			
Pinus80	Between Groups	744430,250	4	186107,563	7,748	,001
	Within Groups	360294,700	15	24019,647		
	Total	1104724,950	19			
Pinus85	Between Groups	1181916,833	4	295479,208	10,359	,000
	Within Groups	427862,967	15	28524,198		
	Total	1609779,800	19			
Eucalipto	Between Groups	97449,050	4	24362,263	1,877	,167
	Within Groups	194647,950	15	12976,530		
	Total	292097,000	19			
Pinus100	Between Groups	1296351,450	4	324087,863	10,929	,000
	Within Groups	444810,750	15	29654,050		
	Total	1741162,200	19			

## Post Hoc Tests

### Multiple Comparisons

Tukey HSD

Dependent Variable	(I) Fator	(J) Fator	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
Pinus70	1	2	-170,8000	129,5340	,685	-570,791	229,191
		3	-157,7500	136,5409	,775	-579,378	263,878
		4	-476,0000(*)	136,5409	,024	-897,628	-54,372
		5	-680,3333(*)	147,4810	,003	-1135,743	-224,923
	2	1	170,8000	129,5340	,685	-229,191	570,791
		3	13,0500	129,5340	1,000	-386,941	413,041
		4	-305,2000	129,5340	,181	-705,191	94,791
		5	-509,5333(*)	141,0188	,018	-944,989	-74,078
	3	1	157,7500	136,5409	,775	-263,878	579,378
		2	-13,0500	129,5340	1,000	-413,041	386,941
		4	-318,2500	136,5409	,189	-739,878	103,378

Pinus75	4	5	-522,5833(*)	147,4810	,021	-977,993	-67,173
		1	476,0000(*)	136,5409	,024	54,372	897,628
		2	305,2000	129,5340	,181	-94,791	705,191
		3	318,2500	136,5409	,189	-103,378	739,878
		5	-204,3333	147,4810	,645	-659,743	251,077
	5	1	680,3333(*)	147,4810	,003	224,923	1135,743
		2	509,5333(*)	141,0188	,018	74,078	944,989
		3	522,5833(*)	147,4810	,021	67,173	977,993
		4	204,3333	147,4810	,645	-251,077	659,743
		1	-197,3500	96,4928	,293	-495,313	100,613
	2	3	-240,0000	101,7124	,180	-554,080	74,080
		4	-521,0000(*)	101,7124	,001	-835,080	-206,920
		5	-782,4167(*)	109,8619	,000	-1121,662	-443,171
		1	197,3500	96,4928	,293	-100,613	495,313
		3	-42,6500	96,4928	,991	-340,613	255,313
	3	4	-323,6500(*)	96,4928	,030	-621,613	-25,687
		5	-585,0667(*)	105,0481	,000	-909,447	-260,686
		1	240,0000	101,7124	,180	-74,080	554,080
		2	42,6500	96,4928	,991	-255,313	340,613
		4	-281,0000	101,7124	,091	-595,080	33,080
	4	5	-542,4167(*)	109,8619	,001	-881,662	-203,171
		1	521,0000(*)	101,7124	,001	206,920	835,080
		2	323,6500(*)	96,4928	,030	25,687	621,613
		3	281,0000	101,7124	,091	-33,080	595,080
		5	-261,4167	109,8619	,174	-600,662	77,829
	5	1	782,4167(*)	109,8619	,000	443,171	1121,662
		2	585,0667(*)	105,0481	,000	260,686	909,447
		3	542,4167(*)	109,8619	,001	203,171	881,662
		4	261,4167	109,8619	,174	-77,829	600,662
		1	-219,1500	103,9656	,267	-540,188	101,888
Pinus80	1	3	-204,7500	109,5893	,374	-543,154	133,654
		4	-412,0000(*)	109,5893	,014	-750,404	-73,596
		5	-607,7500(*)	118,3700	,001	-973,268	-242,232
		2	219,1500	103,9656	,267	-101,888	540,188
		3	14,4000	103,9656	1,000	-306,638	335,438
	2	4	-192,8500	103,9656	,381	-513,888	128,188
		5	-388,6000(*)	113,1834	,026	-738,102	-39,098
		1	204,7500	109,5893	,374	-133,654	543,154
		2	-14,4000	103,9656	1,000	-335,438	306,638
		4	-207,2500	109,5893	,363	-545,654	131,154
	3	5	-403,0000(*)	118,3700	,027	-768,518	-37,482
		1	412,0000(*)	109,5893	,014	73,596	750,404
		2	192,8500	103,9656	,381	-128,188	513,888
		3	207,2500	109,5893	,363	-131,154	545,654
		5	-195,7500	118,3700	,489	-561,268	169,768
	4	1	607,7500(*)	118,3700	,001	242,232	973,268
		2	388,6000(*)	113,1834	,026	39,098	738,102
		3	403,0000(*)	118,3700	,027	37,482	768,518
		4	195,7500	118,3700	,489	-169,768	561,268
		1	-145,9500	113,2956	,702	-495,798	203,898
Pinus85	1	3	-182,7500	119,4240	,560	-551,522	186,022



Eucalipto	2	4	-495,5000(*)	119,4240	,007	-864,272	-126,728
		5	-710,0833(*)	128,9927	,000	-1108,403	-311,764
		1	145,9500	113,2956	,702	-203,898	495,798
		3	-36,8000	113,2956	,997	-386,648	313,048
		4	-349,5500	113,2956	,050	-699,398	,298
	3	5	-564,1333(*)	123,3406	,003	-945,000	-183,267
		1	182,7500	119,4240	,560	-186,022	551,522
		2	36,8000	113,2956	,997	-313,048	386,648
		4	-312,7500	119,4240	,117	-681,522	56,022
		5	-527,3333(*)	128,9927	,007	-925,653	-129,014
	4	1	495,5000(*)	119,4240	,007	126,728	864,272
		2	349,5500	113,2956	,050	-,298	699,398
		3	312,7500	119,4240	,117	-56,022	681,522
		5	-214,5833	128,9927	,483	-612,903	183,736
		1	710,0833(*)	128,9927	,000	311,764	1108,403
	5	2	564,1333(*)	123,3406	,003	183,267	945,000
		3	527,3333(*)	128,9927	,007	129,014	925,653
		4	214,5833	128,9927	,483	-183,736	612,903
		2	-101,9000	76,4162	,676	-337,868	134,068
		3	-113,7500	80,5498	,630	-362,482	134,982
Pinus100	1	4	-61,0000	80,5498	,939	-309,732	187,732
		5	-230,5000	87,0037	,111	-499,161	38,161
		2	101,9000	76,4162	,676	-134,068	337,868
		3	-11,8500	76,4162	1,000	-247,818	224,118
		4	40,9000	76,4162	,982	-195,068	276,868
	3	5	-128,6000	83,1914	,551	-385,489	128,289
		1	113,7500	80,5498	,630	-134,982	362,482
		2	11,8500	76,4162	1,000	-224,118	247,818
		4	52,7500	80,5498	,963	-195,982	301,482
		5	-116,7500	87,0037	,671	-385,411	151,911
	4	1	61,0000	80,5498	,939	-187,732	309,732
		2	-40,9000	76,4162	,982	-276,868	195,068
		3	-52,7500	80,5498	,963	-301,482	195,982
		5	-169,5000	87,0037	,336	-438,161	99,161
		1	230,5000	87,0037	,111	-38,161	499,161
	5	2	128,6000	83,1914	,551	-128,289	385,489
		3	116,7500	87,0037	,671	-151,911	385,411
		4	169,5000	87,0037	,336	-99,161	438,161
		2	-224,5000	115,5176	,338	-581,210	132,210
		3	-306,7500	121,7663	,138	-682,755	69,255
Pinus100	1	4	-453,0000(*)	121,7663	,015	-829,005	-76,995
		5	-827,5000(*)	131,5226	,000	-1233,632	-421,368
		2	224,5000	115,5176	,338	-132,210	581,210
		3	-82,2500	115,5176	,951	-438,960	274,460
		4	-228,5000	115,5176	,322	-585,210	128,210
	3	5	-603,0000(*)	125,7597	,002	-991,336	-214,664
		1	306,7500	121,7663	,138	-69,255	682,755
		2	82,2500	115,5176	,951	-274,460	438,960
		4	-146,2500	121,7663	,751	-522,255	229,755
		5	-520,7500(*)	131,5226	,009	-926,882	-114,618
	4	1	453,0000(*)	121,7663	,015	76,995	829,005

5	2	228,5000	115,5176	,322	-128,210	585,210
	3	146,2500	121,7663	,751	-229,755	522,255
	5	-374,5000	131,5226	,078	-780,632	31,632
	1	827,5000(*)	131,5226	,000	421,368	1233,632
	2	603,0000(*)	125,7597	,002	214,664	991,336
	3	520,7500(*)	131,5226	,009	114,618	926,882
	4	374,5000	131,5226	,078	-31,632	780,632

\* The mean difference is significant at the .05 level

## Homogeneous Subsets

### Pinus70

Tukey HSD

Factor	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
1	4	725,000		
3	4	882,750	882,750	
2	5	895,800	895,800	
4	4		1201,000	1201,000
5	3			1405,333
Sig.		,732	,198	,591

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,896.

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

### Pinus75

Tukey HSD

Factor	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
1	4	638,250		
2	5	835,600		
3	4	878,250	878,250	
4	4		1159,250	1159,250
5	3			1420,667
Sig.		,189	,097	,134

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,896.

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

**Pinus80**

Tukey HSD

Fator	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
1	4	621,250		
3	4	826,000	826,000	
2	5	840,400	840,400	
4	4		1033,250	1033,250
5	3			1229,000
Sig.		,324	,375	,429

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,896.

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

**Pinus85**

Tukey HSD

Fator	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
1	4	637,250		
2	5	783,200	783,200	
3	4	820,000	820,000	
4	4		1132,750	1132,750
5	3			1347,333
Sig.		,572	,072	,423

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,896.

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

**Eucalipto**

Tukey HSD

Fator	N	Subset for alpha = .05
		1
1	4	614,500
4	4	675,500
2	5	716,400
3	4	728,250
5	3	845,000
Sig.		,081

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,896.

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

**Pinus100**

Tukey HSD

Factor	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
1	4	583,500		
2	5	808,000	808,000	
3	4	890,250	890,250	
4	4		1036,500	1036,500
5	3			1411,000
Sig.		,146	,382	,055

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,896.

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

## TRAÇÃO COM VARIAÇÃO DE UMIDADE

### ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Pinus70	Between Groups	104882670,167	4	26220667,542	124,106	,000
	Within Groups	11620184,417	55	211276,080		
	Total	116502854,583	59			
Pinus75	Between Groups	113932172,067	4	28483043,017	156,405	,000
	Within Groups	10016083,333	55	182110,606		
	Total	123948255,400	59			
Pinus80	Between Groups	83980537,733	4	20995134,433	102,672	,000
	Within Groups	11246774,000	55	204486,800		
	Total	95227311,733	59			
Pinus85	Between Groups	73047897,233	4	18261974,308	98,236	,000
	Within Groups	10224494,417	55	185899,898		
	Total	83272391,650	59			
Eucalipto	Between Groups	110904724,933	4	27726181,233	138,730	,000
	Within Groups	10992156,000	55	199857,382		
	Total	121896880,933	59			
Pinus100	Between Groups	53864600,067	4	13466150,017	55,521	,000
	Within Groups	13339899,583	55	242543,629		
	Total	67204499,650	59			

## Post Hoc Tests

### Multiple Comparisons

Tukey HSD

Dependent Variable	(I) Factor	(J) Factor	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
Pinus70	1	2	108,7500	187,6504	,978	-420,486	637,986
		3	539,5000(*)	187,6504	,044	10,264	1068,736
		4	2341,6667(*)	187,6504	,000	1812,431	2870,902
		5	3294,2500(*)	187,6504	,000	2765,014	3823,486
	2	1	-108,7500	187,6504	,978	-637,986	420,486
		3	430,7500	187,6504	,162	-98,486	959,986
		4	2232,9167(*)	187,6504	,000	1703,681	2762,152
		5					

Pinus75	3	5	3185,5000(*)	187,6504	,000	2656,264	3714,736
		1	-539,5000(*)	187,6504	,044	-1068,736	-10,264
		2	-430,7500	187,6504	,162	-959,986	98,486
		4	1802,1667(*)	187,6504	,000	1272,931	2331,402
		5	2754,7500(*)	187,6504	,000	2225,514	3283,986
	4	1	-2341,6667(*)	187,6504	,000	-2870,902	-1812,431
		2	-2232,9167(*)	187,6504	,000	-2762,152	-1703,681
		3	-1802,1667(*)	187,6504	,000	-2331,402	-1272,931
		5	952,5833(*)	187,6504	,000	423,348	1481,819
	5	1	-3294,2500(*)	187,6504	,000	-3823,486	-2765,014
		2	-3185,5000(*)	187,6504	,000	-3714,736	-2656,264
		3	-2754,7500(*)	187,6504	,000	-3283,986	-2225,514
		4	-952,5833(*)	187,6504	,000	-1481,819	-423,348
	1	2	196,2500	174,2176	,792	-295,101	687,601
		3	776,5000(*)	174,2176	,000	285,149	1267,851
		4	2280,8333(*)	174,2176	,000	1789,483	2772,184
		5	3619,0000(*)	174,2176	,000	3127,649	4110,351
	2	1	-196,2500	174,2176	,792	-687,601	295,101
		3	580,2500(*)	174,2176	,013	88,899	1071,601
		4	2084,5833(*)	174,2176	,000	1593,233	2575,934
		5	3422,7500(*)	174,2176	,000	2931,399	3914,101
	3	1	-776,5000(*)	174,2176	,000	-1267,851	-285,149
		2	-580,2500(*)	174,2176	,013	-1071,601	-88,899
		4	1504,3333(*)	174,2176	,000	1012,983	1995,684
		5	2842,5000(*)	174,2176	,000	2351,149	3333,851
	4	1	-2280,8333(*)	174,2176	,000	-2772,184	-1789,483
		2	-2084,5833(*)	174,2176	,000	-2575,934	-1593,233
		3	-1504,3333(*)	174,2176	,000	-1995,684	-1012,983
		5	1338,1667(*)	174,2176	,000	846,816	1829,517
	5	1	-3619,0000(*)	174,2176	,000	-4110,351	-3127,649
		2	-3422,7500(*)	174,2176	,000	-3914,101	-2931,399
		3	-2842,5000(*)	174,2176	,000	-3333,851	-2351,149
		4	-1338,1667(*)	174,2176	,000	-1829,517	-846,816
Pinus80	1	2	-97,3333	184,6108	,984	-617,996	423,329
		3	387,0000	184,6108	,236	-133,663	907,663
		4	1722,8333(*)	184,6108	,000	1202,171	2243,496
		5	2973,8333(*)	184,6108	,000	2453,171	3494,496
	2	1	97,3333	184,6108	,984	-423,329	617,996
		3	484,3333	184,6108	,080	-36,329	1004,996
		4	1820,1667(*)	184,6108	,000	1299,504	2340,829
		5	3071,1667(*)	184,6108	,000	2550,504	3591,829
	3	1	-387,0000	184,6108	,236	-907,663	133,663
		2	-484,3333	184,6108	,080	-1004,996	36,329
		4	1335,8333(*)	184,6108	,000	815,171	1856,496
		5	2586,8333(*)	184,6108	,000	2066,171	3107,496
	4	1	-1722,8333(*)	184,6108	,000	-2243,496	-1202,171
		2	-1820,1667(*)	184,6108	,000	-2340,829	-1299,504
		3	-1335,8333(*)	184,6108	,000	-1856,496	-815,171
		5	1251,0000(*)	184,6108	,000	730,337	1771,663
	5	1	-2973,8333(*)	184,6108	,000	-3494,496	-2453,171

Pinus85	1	2	-3071,1667(*)	184,6108	,000	-3591,829	-2550,504
		3	-2586,8333(*)	184,6108	,000	-3107,496	-2066,171
		4	-1251,0000(*)	184,6108	,000	-1771,663	-730,337
		2	-558,5833(*)	176,0208	,020	-1055,020	-62,147
		3	247,5000	176,0208	,626	-248,936	743,936
	2	4	1500,5833(*)	176,0208	,000	1004,147	1997,020
		5	2481,4167(*)	176,0208	,000	1984,980	2977,853
		1	558,5833(*)	176,0208	,020	62,147	1055,020
		3	806,0833(*)	176,0208	,000	309,647	1302,520
		4	2059,1667(*)	176,0208	,000	1562,730	2555,603
	3	5	3040,0000(*)	176,0208	,000	2543,564	3536,436
		1	-247,5000	176,0208	,626	-743,936	248,936
		2	-806,0833(*)	176,0208	,000	-1302,520	-309,647
		4	1253,0833(*)	176,0208	,000	756,647	1749,520
		5	2233,9167(*)	176,0208	,000	1737,480	2730,353
	4	1	-1500,5833(*)	176,0208	,000	-1997,020	-1004,147
		2	-2059,1667(*)	176,0208	,000	-2555,603	-1562,730
		3	-1253,0833(*)	176,0208	,000	-1749,520	-756,647
		5	980,8333(*)	176,0208	,000	484,397	1477,270
		1	-2481,4167(*)	176,0208	,000	-2977,853	-1984,980
Eucalipto	5	2	-3040,0000(*)	176,0208	,000	-3536,436	-2543,564
		3	-2233,9167(*)	176,0208	,000	-2730,353	-1737,480
		4	-980,8333(*)	176,0208	,000	-1477,270	-484,397
		2	995,1667(*)	182,5091	,000	480,431	1509,902
		3	1745,3333(*)	182,5091	,000	1230,598	2260,069
	2	4	2965,6667(*)	182,5091	,000	2450,931	3480,402
		5	3811,5000(*)	182,5091	,000	3296,765	4326,235
		1	-995,1667(*)	182,5091	,000	-1509,902	-480,431
		3	750,1667(*)	182,5091	,001	235,431	1264,902
		4	1970,5000(*)	182,5091	,000	1455,765	2485,235
	3	5	2816,3333(*)	182,5091	,000	2301,598	3331,069
		1	-1745,3333(*)	182,5091	,000	-2260,069	-1230,598
		2	-750,1667(*)	182,5091	,001	-1264,902	-235,431
		4	1220,3333(*)	182,5091	,000	705,598	1735,069
		5	2066,1667(*)	182,5091	,000	1551,431	2580,902
	4	1	-2965,6667(*)	182,5091	,000	-3480,402	-2450,931
		2	-1970,5000(*)	182,5091	,000	-2485,235	-1455,765
		3	-1220,3333(*)	182,5091	,000	-1735,069	-705,598
		5	845,8333(*)	182,5091	,000	331,098	1360,569
		1	-3811,5000(*)	182,5091	,000	-4326,235	-3296,765
Pinus100	5	2	-2816,3333(*)	182,5091	,000	-3331,069	-2301,598
		3	-2066,1667(*)	182,5091	,000	-2580,902	-1551,431
		4	-845,8333(*)	182,5091	,000	-1360,569	-331,098
	1	2	151,2500	201,0571	,943	-415,797	718,297
		3	649,0000(*)	201,0571	,017	81,953	1216,047
		4	1703,0000(*)	201,0571	,000	1135,953	2270,047
		5	2466,6667(*)	201,0571	,000	1899,620	3033,713
	2	1	-151,2500	201,0571	,943	-718,297	415,797
		3	497,7500	201,0571	,111	-69,297	1064,797

3	4	1551,7500(*)	201,0571	,000	984,703	2118,797
	5	2315,4167(*)	201,0571	,000	1748,370	2882,463
	1	-649,0000(*)	201,0571	,017	-1216,047	-81,953
	2	-497,7500	201,0571	,111	-1064,797	69,297
	4	1054,0000(*)	201,0571	,000	486,953	1621,047
4	5	1817,6667(*)	201,0571	,000	1250,620	2384,713
	1	-1703,0000(*)	201,0571	,000	-2270,047	-1135,953
	2	-1551,7500(*)	201,0571	,000	-2118,797	-984,703
	3	-1054,0000(*)	201,0571	,000	-1621,047	-486,953
	5	763,6667(*)	201,0571	,003	196,620	1330,713
5	1	-2466,6667(*)	201,0571	,000	-3033,713	-1899,620
	2	-2315,4167(*)	201,0571	,000	-2882,463	-1748,370
	3	-1817,6667(*)	201,0571	,000	-2384,713	-1250,620
	4	-763,6667(*)	201,0571	,003	-1330,713	-196,620

\* The mean difference is significant at the .05 level.

## Homogeneous Subsets

### Pinus70

Tukey HSD

Factor	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
5	12	4207,000			
4	12		5159,583		
3	12			6961,750	
2	12			7392,500	7392,500
1	12				7501,250
Sig.		1,000	1,000	,162	,978

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.



**Pinus75**

Tukey HSD

Fator	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
5	12	4427,417			
4	12		5765,583		
3	12			7269,917	
2	12				7850,167
1	12				8046,417
Sig.		1,000	1,000	1,000	,792

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

**Pinus80**

Tukey HSD

Fator	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
5	12	4794,500		
4	12		6045,500	
3	12			7381,333
1	12			7768,333
2	12			7865,667
Sig.		1,000	1,000	,080

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

**Pinus85**

Tukey HSD

Fator	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
5	12	5062,417			
4	12		6043,250		
3	12			7296,333	
1	12			7543,833	
2	12				8102,417
Sig.		1,000	1,000	,626	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

**Eucalipto**

Tukey HSD

		Subset for alpha = .05				
Fator	N	1	2	3	4	5
5	12	3656,167	4502,000	5722,333	6472,500	7467,667
4	12					
3	12				6472,500	7467,667
2	12					
1	12					
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

**Pinus100**

Tukey HSD

Subset for alpha = .05					
Fator	N	1	2	3	4
5	12	5443,167	6206,833	7260,833	7758,583
4	12				
3	12				
2	12			7758,583	
1	12			7909,833	
Sig.		1,000	1,000	,111	,943

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.